



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 36 448 C 2

51 Int. Cl. 7:  
B 60 R 22/46  
B 60 R 21/01  
B 60 R 22/44  
// B60R 21/32

21 Aktenzeichen: 196 36 448.5-22  
22 Anmeldetag: 7. 9. 1996  
43 Offenlegungstag: 10. 4. 1997  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 9. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:

7-231432 08. 09. 1995 JP  
8-59163 15. 03. 1996 JP

73 Patentinhaber:

Takata Corp., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &  
Partner, 70174 Stuttgart

72 Erfinder:

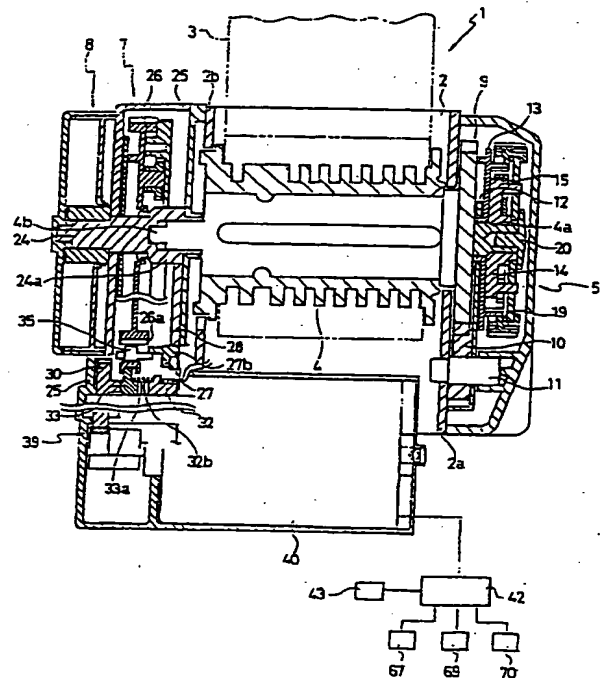
Yanagi, Eiji, Yokohama, Kanagawa, JP; Fujii,  
Hiroaki, Hikone, Shiga, JP; Kitazawa, Kenji, Hikone,  
Shiga, JP

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 44 26 090 A1  
DE 44 11 184 A1  
JP 04-3 14 651

54 Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem

57 Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem zum Schutz eines Insassen durch Verhindern des Abwickelns eines Sicherheitsgurts in einem Notfall unter Verwendung einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung mit einer Wickelwelle, auf die der Sicherheitsgurt aufgerollt wird, einem Gehäuse, das beide Enden der Wickelwelle in einer Weise trägt, dass die Wickelwelle sich frei drehen kann, und mit einer Arretierung, die zwischen dem Gehäuse und der Wickelwelle angeordnet ist, wodurch die Wickelwelle sich im Normalfall drehen kann und wodurch bei einem Notfall eine Drehung der Wickelwelle zum Abwickeln des Sicherheitsgurts blockiert wird, wobei wenigstens ein Objektdetektor, der ein Objekt in der Nähe des Fahrzeugs detektiert, sowie ein Gurtspannungssteuerungsmechanismus zur Steuerung der Drehung der Wickelwelle abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt vorgesehen sind, wobei eine zentrale Prozessoreinheit (42), die die Position des Fahrzeugs relativ zu den Objekten basierend auf einem Detektionssignal des wenigstens einen Objektdetektors (43, 75, 79) bestimmt und den Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung steuert, vorgesehen ist, wobei der Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) einen Elektromotor (40) aufweist und derart gestaltet ist, dass er vor Eintreten des Notfalls mittels der den Elektromotor (40) steuernden Prozessoreinheit (42) abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt in der Nähe des Fahrzeugs in eine vorbestimmte Anzahl von Modi mit vorgegebenen, unterschiedlichen Gurtspannungswerten überführbar ist, einschließlich eines Komfort-Modus in dem der Sicherheitsgurt mittels des Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) und des Elektromotors (40) ungefähr spannungslos gehalten ist, und wobei der Komfort-Modus nach einem vorbestimmten Zeitraum eingestellt wird, nachdem eine der Bedingungen für den Komfort-Modus erfüllt ist.



DE 196 36 448 C 2

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 36 448 C 2

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Insassen-Rückhaltesystem mit einem Sicherheitsgurt, um einen Insassen zu schützen, das in einem Fahrzeug, wie beispielsweise einem Personenzug, installiert ist, und genauer auf ein Insassen-Rückhaltesystem, das einen Insassen durch Erkennen eines Objekts vor oder hinter dem Fahrzeug, oder seitlich rechts oder links des Fahrzeugs, oder durch Erkennen des Fahrzustands des Fahrzeugs, wie einen Überschlag, einer Notbremsung oder scharfem Wenden, und durch Einstellen der Gurtspannung abhängig von der Position des Fahrzeugs relativ zu dem Objekt oder dem Fahrzustand sicher zurückhält und schützt.

Eine Sicherheitsgurteinrichtung, mit der ein Fahrzeug normalerweise ausgestattet ist, schützt einen Insassen durch Zurückhalten und dadurch, daß vermieden wird, daß ein Insasse in einem Notfall aus einem Fahrzeugsitz geschleudert wird, insbesondere wenn das Fahrzeug bei einem Aufprall deutlich abgebremst wird.

Solch eine bekannte Sicherheitsgurteinrichtung ist mit einer Sicherheitsgurt-Rückzugeinrichtung versehen, die einen Sicherheitsgurt aufrollt. Die Sicherheitsgurt-Rückzugeinrichtung hat eine Spannvorrichtung, wie insbesondere eine Spiralfeder, die eine Wickelwelle zum Aufwickeln des Sicherheitsgurtes in der Gurtaufrollrichtung unter Vorspannung hält. Aufgrund der Vorspannkraft der Spannvorrichtung ist der Sicherheitsgurt immer auf der Wickelwelle aufgewickelt, wenn er nicht in Gebrauch ist. Wenn er durch einen Insassen angelegt ist, wird der Sicherheitsgurt gegen die Vorspannkraft der Spannvorrichtung ausgezogen und hält den Insassen zurück. In diesem Fall ist die Vorspannkraft der Spannvorrichtung klein eingestellt, so daß sich der Insasse nicht beeinträchtigt fühlt und es möglich ist, den Gurt leicht auszu ziehen, um es dem Insassen zu erlauben, sich bequem zu bewegen.

Die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung ist auch mit einer Arretierung versehen, um zu verhindern, daß sich der Sicherheitsgurt im Notfall, wie oben erwähnt, von der Wickelwelle abrollt. Die Arretierung wirkt folglich zum Zeitpunkt eines Notfalls, um zu verhindern, daß der Sicherheitsgurt abgerollt wird, wodurch der Insasse sicher zurückgehalten und geschützt wird.

Solche bekannten Sicherheitsgurteinrichtungen weisen eine im wesentlichen konstante Gurtspannung auf, die auf den Sicherheitsgurt während des Gebrauchs durch die Kraft des Spannungsgebers aufgebracht wird. Die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung arbeitet daher ungeachtet der Position des Fahrzeugs relativ zu einem in der Nähe befindlichen Objekt oder des Fahrzustands des Fahrzeugs, wie beispielsweise Überschlag, Notbremsung oder scharfem Wenden, in derselben Art und Weise. Die bekannte Sicherheitsgurteinrichtung hält den Insassen in einem Notfall, wie oben bemerkt, daher sicher zurück und schützt ihn; während normaler Fahrzustände ist jedoch eine komfortablere Sicherheitsgurteinrichtung wünschenswert.

Aus der Offenlegungsschrift DE 44 11 184 A1 ist ein Fahrzeuginsassenrückhaltesystem bekannt, bei dem ein erster Vorlademechanismus, der einen Elektromotor aufweist, eine Gurtschnalle beaufschlagt. Durch Ansteuern des Elektromotors kann die Gurtschnalle zurückgezogen werden, wodurch verschiedene Gurtspannungen eingestellt werden können. Mit Hilfe eines Objektdetektors können Abstand und Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu einem Objekt erfasst werden, und die Gurtspannung kann mittels des ersten Vorlademechanismus vor einer Kollision in Stufen erhöht werden. Ein zweiter Vorlademechanismus ist an einem Gurtaufroller angeordnet und strafft den Gurt schlagartig nachdem eine Kollision festgestellt wurde.

Die Offenlegungsschrift DE 44 26 090 A1 beschreibt ein Sicherheitssystem für Kraftfahrzeuge, bei dem ein Gurtstraffer in Abhängigkeit eines Abstands des Fahrzeugs von einem Objekt vor einer Kollision ausgelöst werden kann. Es sind Annäherungssensoren vorgesehen, die Objekte vor und hinter dem Fahrzeug sowie seitlich des Fahrzeugs erfassen können.

Die Patentzusammenfassung JP 4-314 651 (A) offenbart eine Vorrichtung zum Einstellen der Gurtkraft, die einen mit einer Wickelwelle unmittelbar verbundenen Elektromotor aufweist. In Abhängigkeit von einer Bremspedalkraft, von Geschwindigkeitsänderungen und von einer Überschreitung eines vorbestimmten Geschwindigkeitswerts wird das Gurtband durch den Elektromotor gelockert, schwach oder stark gestrafft.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem zu schaffen, das in der Lage ist, einen Insassen wirksamer und angepasster durch Steuern der Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung unter Berücksichtigung der Position des Fahrzeugs relativ zu einem naheliegenden Objekt und/oder des Fahrzustands des Fahrzeugs zu schützen.

Zur Lösung der beim Stand der Technik vorliegenden Probleme und zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe sieht die Erfindung ein Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem mit den Merkmalen von Anspruch 1 vor. Das Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem schützt einen Insassen in einem Notfall durch Verhindern des Abrollens eines Sicherheitsgurts, unter Verwendung einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung mit einer Wickelrolle, auf die der Sicherheitsgurt aufgewickelt ist, einem Gehäuse, das beide Enden der Wickelwelle derart trägt, dass die Wickelwelle frei rotieren kann, und mit einer Arretierung, die zwischen dem Gehäuse und der Wickelwelle angeordnet ist, und die es der Wickelwelle ermöglicht, im Normalzustand zu rotieren, jedoch im Notfall eine Rotation der Wickelwelle zur Abwicklung des Sicherheitsgurts verhindert. Das Insassen-Rückhaltesystem weist einen Objektdetektor, der ein Objekt in der Nähe des Fahrzeugs detektiert sowie einen Gurtspannungssteuerungsmechanismus, der die Rotation der Wickelwelle abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt steuert, und eine zentrale Prozessoreinheit auf, die die Position des Fahrzeugs relativ zu den Objekten basierend auf einem Detektionssignal des Objektdetektors bestimmt und den Gurtspannungssteuerungsmechanismus abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung steuert. Der Gurtspannungssteuerungsmechanismus weist einen Elektromotor auf und ist so gestaltet, dass er vor Eintreten eines Notfalls mittels der den Elektromotor steuernden Prozessoreinheit abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt in der Nähe des Fahrzeugs in eine vorbestimmte Anzahl von Modi mit vorgegebenen unterschiedlichen Gurtspannungswerten überführbar ist, einschließlich eines Komfort-Modus, in dem der Sicherheitsgurt mittels des Gurtspannungssteuerungsmechanismus und des Elektromotors ungefähr spannungslos gehalten ist. Der Komfort-Modus wird nach einem vorbestimmten Zeitraum eingestellt, nachdem eine der Bedingungen für den Komfort-Modus erfüllt ist.

In Ausgestaltung der Erfindung weist das Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem einen Objektdetektor auf, der als Frontobjektdetektor, als Seitenobjektdetektor, der in der Lage ist, Objekte auf wenigstens einer Seite des Fahrzeugs zu detek-

tieren, und als Rückobjektdetektor gestaltet sein kann.

Das Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem kann weiterhin einen Fahrzeugszustandsdetektor aufweisen, der den Fahrzustand des Fahrzeugs detektiert, sei es, dass sich das Fahrzeug überschlägt, eine Bremse des Fahrzeugs fest getreten wird, oder das Fahrzeug scharf wendet. In diesem Fall bestimmt die zentrale Prozessoreinheit die Position des Fahrzeugs relativ zu dem Objekt basierend auf dem Erkennungssignal des Objektdetektors und steuert die Spannung des Sicherheitsgurts auf einen vorbestimmten Spannungswert abhängig von dem Ergebnis der Bestimmung.

In Weiterbildung der Erfindung ist die zentrale Prozessoreinheit derart gestaltet, dass sie den Fahrzustand des Fahrzeugs basierend auf einem Detektionssignal des Fahrzustandsdetektors bestimmt und den Gurtspannungssteuerungsmechanismus abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung derart steuert, dass die Gurtspannung des Sicherheitsgurtes entsprechend dem Fahrzustand des Fahrzeugs auf eine vorbestimmte Spannung gesteuert wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfassen bei einem Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem die Modi neben einem Komfort-Modus einen Vorsichts-Modus, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein erstes vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, und einen Warn-Modus, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein zweites vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, das größer als das erste vorbestimmte Niveau ist.

Diese Modi können auch vier Modi umfassen, nämlich neben dem Komfort-Modus, dem Vorsichts-Modus und dem Warn-Modus einen Notfall-Modus, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein drittes vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, das größer als das zweite vorbestimmte Niveau ist.

Der Gurtspannungssteuerungsmechanismus kann neben dem Elektromotor, der durch die zentrale Prozessoreinheit gesteuert wird, einen Getriebeübertragungsmechanismus aufweisen, um die Antriebskraft des Motors auf die Wickelwelle zu übertragen.

Der Elektromotor des Gurtspannungssteuerungsmechanismus kann ein Gleichstrommotor, ein Schrittmotor oder ein Ultraschallmotor sein, der durch die zentrale Prozessoreinheit derart gesteuert wird, dass er bei abgeschalteter Stromzufuhr nicht rotiert, wodurch eine Drehung der Wickelwelle verhindert wird, auch wenn auf die Gurtrolle und damit die Wickelwelle eine Rotationskraft aufgebracht wird, die niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, und dass er die Wickelwelle zur Rotation antreibt, sobald Strom zugeführt wird.

In einem Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das wie oben aufgebaut ist, detektiert der Objektdetektor ein Objekt in der Nähe des Fahrzeugs und gibt ein Objekterkennungssignal an die zentrale Prozessoreinheit aus. Die zentrale Prozessoreinheit berechnet basierend auf dem Signal insbesondere die relative Geschwindigkeit und den relativen Abstand des Fahrzeugs zu dem Objekt und den Sicherheitsabstand zwischen diesen. Die zentrale Prozessoreinheit kann weiterhin bewerten, ob das Objekt stationär ist oder sich bewegt, ob das Objekt ein nachfolgendes Fahrzeug oder ein entgegenkommendes Fahrzeug ist; falls sich das Objekt bewegt, ob das Fahrzeug mit dem Objekt kollidieren wird und ob die Kollision basierend auf den erfassten Daten verhindert werden kann. Die zentrale Prozessoreinheit kann basierend auf dieser Bewertung den Gurtspannungssteuerungsmechanismus in Betrieb setzen. Auf diese Weise wird die Spannung des Sicherheitsgurtes abhängig von der Position des Fahrzeugs relativ zu dem Objekt auf das vorbestimmte Niveau eingestellt.

Die Sicherheitsgurtaufrolleinrichtung kann daher unter Berücksichtigung der Position des Fahrzeuges relativ zu dem Objekt gesteuert werden und einen Insassen im Notfall wirksam zurückhalten und schützen, während zu anderen Zeiten für den Insassen mehr Komfort vorhanden ist.

Bei dem Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem der vorliegenden Erfindung detektiert der Fahrzustandsdetektor den Zustand des Fahrzeugs, sei es, dass sich das Fahrzeug überschlägt, eine Bremse des Fahrzeugs fest getreten wird, oder das Fahrzeug scharf wendet, und gibt ein Fahrzustandserkennungssignal zu der zentralen Prozessoreinheit aus. Die zentrale Prozessoreinheit bewertet den Zustand des Fahrzeugs basierend auf diesem Signal und setzt basierend auf dieser Bewertung den Gurtspannungssteuerungsmechanismus in Betrieb. Auf diese Weise arbeitet der Gurtspannungssteuerungsmechanismus wie oben erwähnt und dreht die Wickelwelle, wodurch die Gurtspannung des Sicherheitsgurtes abhängig von dem Zustand des Fahrzeugs auf das vorbestimmte Niveau gesteuert wird.

Bei dem Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem der vorliegenden Erfindung gibt der Objektdetektor weiterhin das Objekterkennungssignal ein und der Fahrzustandsdetektor gibt das Fahrzustandsnachweissignal an die zentrale Prozessoreinheit aus. Auf diese Weise arbeitet der Gurtspannungssteuerungsmechanismus wie oben erwähnt und dreht die Wickelwelle, wodurch die Spannung des Sicherheitsgurtes abhängig von der Position des Fahrzeugs relativ zu dem Objekt oder abhängig von dem Zustand des Fahrzeugs auf das vorbestimmte Niveau gesteuert wird.

Daher kann die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung unter Berücksichtigung der Position des Fahrzeugs relativ zu naheliegenden Objekten und dem Fahrzustand gesteuert werden und hält somit einen Insassen im Notfall wirksam zurück und schützt ihn, während zu anderen Zeiten für den Insassen mehr Komfort vorhanden ist.

Die vorbestimmten Modi können speziell abhängig von der Position des Fahrzeugs relativ zu dem Objekt festgelegt werden. Da das vorgewählte Gurtspannungsniveau für jeden Modus festgelegt werden kann, wird der Insasse im Notfall sicher aber auf einfache Weise zurückgehalten und geschützt.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung und den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird, näher dargestellt. In den Zeichnungen ist folgendes dargestellt:

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung, die in einem ersten Ausführungsbeispiel des Insassen-Rückhaltesystems der vorliegenden Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 2 eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, bevor die Sicherheitsgurtarretierung montiert ist;

Fig. 3 eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, nachdem einige Elemente der Sicherheitsgurtarretierung montiert wurden;

Fig. 4 eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, in der einige weitere Elemente und ein Verzögerungs-Sensor, zusätzlich zu der Sicherheitsgurtarretierung, montiert sind;

Fig. 5 eine linke Seitenansicht der Fig. 1;

Fig. 6 eine Schnittansicht entlang der Linie VI-VI in Fig. 5, bei der die Zähne des abtriebsseitigen Getriebes und die Zähne der Kupplungsplatte miteinander nicht in Eingriff stehen;

Fig. 7 eine Ansicht, um die Montagepositionen der Frontobjektdetektionssensoren zu verdeutlichen;

Fig. 8a eine Schnittansicht der Lichtquelle und

Fig. 8b eine Schnittansicht des lichtempfindenden Teiles, wobei schematisch ein Zustand gezeigt wird, in dem der Objektdetektionssensor an die frontseitige Windschutzscheibe geklebt ist;

Fig. 9a eine Draufsicht auf den Gurtspannungssteuerungsmechanismus und

Fig. 9b eine Schnittdarstellung, entsprechend Fig. 6, in der die Zähne des abtriebsseitigen Getriebes und die Zähne der Kupplungsplatte außer Eingriff sind, wobei schematisch der Gurtspannungssteuerungsmechanismus außer Betrieb dargestellt ist;

Fig. 10a eine Draufsicht auf den Gurtspannungssteuerungsmechanismus und

Fig. 10b eine Schnittdarstellung, entsprechend Fig. 6, in der die Zähne des abtriebsseitigen Getriebes und die Zähne der Kupplungsplatte miteinander kämmen, wobei schematisch ein Teil des Gurtspannungssteuerungsmechanismus in einer Betriebsstellung dargestellt ist;

Fig. 11a eine Draufsicht auf den Gurtspannungssteuerungsmechanismus und

Fig. 11b eine Schnittdarstellung, entsprechend Fig. 6, in der die Zähne des abtriebsseitigen Getriebes und die Zähne der Kupplungsplatte miteinander kämmen, wobei schematisch ein weiterer Teil des Gurtspannungssteuerungsmechanismus in seiner Betriebsstellung dargestellt ist;

Fig. 12 eine Übersicht, um die Modi des Insassen-Rückhaltesystems zu erläutern;

Fig. 13 eine schematische Ansicht des Steuerungsblocks des Insassen-Rückhaltesystems;

Fig. 14 eine Ansicht, die die Synchronisierung des Betriebs des Insassen-Rückhaltesystems darstellt;

Fig. 15a eine schematische Teilansicht der linken Seite eines Fahrzeugs und

Fig. 15b zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie XVB-XVB der Fig. 15a, um Montagepositionen der linken und rechten Objektdetektionssensoren zu verdeutlichen, die bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden;

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht, um die Montagepositionen der Detektionssensoren für rückwärtige Objekte zu verdeutlichen, die in einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet werden;

Fig. 17 eine Übersicht, um die Modi des Insassen-Rückhaltesystems relativ zu einem Objekt hinter dem Fahrzeug zu erläutern;

Fig. 18 eine teilweise aufgeschnittene perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19a eine Ansicht des Überschlagdetektionssensors, wenn dieser nicht in Betrieb ist, und

Fig. 19b eine Ansicht, wenn dieser in Betrieb ist, wobei der Betrieb des Überschlagdetektionssensors erklärt wird, der in der Fig. 18 gezeigt ist; und

Fig. 20 eine Ansicht, die einen Weiteren Betrieb des Überschlagdetektionssensors verdeutlicht.

Fig. 1 ist eine Schnittdarstellung einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung, die in einem ersten Ausführungsbeispiel eines Insassen-Rückhaltesystems der vorliegenden Erfindung verwendet wird; Fig. 2 ist eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, bevor eine Sicherheitsgurtarretierung montiert ist; Fig. 3 ist eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, nachdem einige Elemente der Sicherheitsgurtarretierung montiert wurden; Fig. 4 ist eine rechte Seitenansicht der Fig. 1, in der einige weitere Elemente und ein Verzögerungs-Sensor zusätzlich zu der Sicherheitsgurtarretierung montiert sind; und Fig. 5 ist eine linke Seitenansicht der Fig. 1.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, weist die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung 1 ein U-förmiges Gehäuse 2 mit einer rechten Wand 2a und einer linken Wand 2b auf. Eine Wickelwelle 4, um einen Sicherheitsgurt 3 aufzurollen, ist zwischen den rechten und linken Wänden 2a und 2b des Gehäuses 2 angeordnet. Eine Sicherheitsgurtarretierung 5 und ein Verzögerungs-Sensor 6 (in Fig. 4 gezeigt), sind an der rechten Wand 2a befestigt. Wenn der Verzögerungs-Sensor 6 die Verzögerung des Fahrzeugs detektiert, aktiviert er den Sicherheitsgurtarretierungsmechanismus 5. Weiterhin sind ein Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 und eine Spanneinrichtung 8, um eine Spannkraft auf die Wickelwelle 4 aufzubringen, um den Sicherheitsgurt 3 aufzuwickeln, an der linken Wand 2b befestigt.

Wie in den Fig. 1 und 2 gezeigt ist, weist die Wickelwelle 4 an ihrem rechten Ende ein Sperrklinkenrad 9 auf. Das Sperrklinkenrad 9 ist außerhalb der rechten Wand 2a angebracht. Die rechte Wand 2a ist mit einer Sperrklinke 10 versehen, die auf einem unteren linken Abschnitt hiervon schwenkbar durch einen Stift 11 angebracht ist. Die Sperrklinke 10 hat einen eingreifenden Teil 10a, der einstückig an deren Spitze so angeformt ist, dass er in einen der äußeren Zähne 9a des Sperrklinkenrads 9 eingreifen kann oder diese freigeben kann. Eine vorbestimmte Anzahl der äußeren Zähne 9a ist um das Sperrklinkenrad 9 angeordnet, wobei deren eine Flanke, die der Richtung  $\beta$  des Aufrollens des Sicherheitsgurts 3 zugewandt ist (nachfolgend als die Sicherheitsgurtaufrollrichtung  $\beta$  bezeichnet), eine relativ geringe Steigung aufweist, und deren andere Fläche, die der Richtung  $\alpha$  des Abrollens des Sicherheitsgurts 3 zugewandt ist (nachfolgend als die Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  bezeichnet), im wesentlichen senkrecht ausgeformt ist. Zusätzlich ist die Sperrklinke 10 mit einem vorstehenden Nockenstößel 10b in der Nähe ihrer Spitze versehen. Das Sperrklinkenrad 9 und die Sperrklinke 10 stellen einen Arretierungsmechanismus 5 der vorliegenden Erfindung dar.

Wie in den Fig. 1 und 3 gezeigt, ist eine Ankerplatte 12 vorhanden, um den Stift 11 zu tragen, und die Ankerplatte 12 ist ebenfalls mit dem rechten Ende 4a der Wickelwelle 4 rechts des Sperrklinkenrads 9 zusammengefügt.

Ein Sicherheitsgurtarretierungsmechanismus 5, wie er in den Fig. 1, 3 und 4 gezeigt ist, ist nach dem Stand der Technik gut bekannt und weist einen Arretierungsring 13, der drehbar an dem rechten Ende 4a der Rollenwelle 4 angebracht ist, einen Halter 14, der an dem rechten Ende 4a befestigt ist, einen Mitnehmer 15, der mit dem Halter 14 so in Eingriff steht, dass er nur in einer der zu dem Halter 14 tangentialen Richtungen gleiten kann (d. h. eine in der Fig. 3 vertikale Richtung), eine Schraubenfeder 16, die zwischen dem Halter 14 und dem Mitnehmer 15 zusammengedrückt ist, ein Scheibenbauteil 17, das in einer Art und Weise getragen ist, dass es relativ zu dem Wellenabschnitt des Halters 14 rotieren kann, ein Ringbauteil 18, das um das Scheibenbauteil 17 in einer Art und Weise installiert ist, dass es relativ zu dem Scheibenbauteil 17 rotieren kann, und eine ringförmige Feder 19 auf, die zwischen dem Scheibenbauteil 17 und dem Ringbauteil 18 angeordnet ist.

Der Arretierungsring 13 ist mit einer vorbestimmten Anzahl innerer Zähne 13a, 13a... versehen, die an dessen inne-

rem Umfang ausgebildet sind. Eine Flanke der inneren Zähne 13a, die der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  zugewandt ist, ist näherungsweise senkrecht ausgeformt und die andere Flanke, die der Sicherheitsgurtaufrollrichtung  $\beta$  zugewandt ist, weist eine relativ allmähliche Neigung auf. Der Arretierungsring 13 ist mit einem Nockenloch 13b versehen, durch das der Nockenstößel 10b der Sperrklinke 10 eingeführt wird. Wenn daher der Arretierungsring 13 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  rotiert, verschiebt sich der Nockenstößel 10b, geführt durch das Nockenloch 13b, von einem Ende des Nockenlochs 13b, wie in der Fig. 3 gezeigt, zu dem anderen Ende. Folglich dreht sich die Sperrklinke 10 und bewegt den eingreifenden Teil 10a von einer nichteingreifenden Position, in der der eingreifende Teil 10a entfernt von den äußeren Zähnen 9a des Sperrklinkenrads 9 angeordnet ist, zu einer eingreifenden Position, in der einer der Zähne 9 eingreift und durch den eingreifenden Teil 10a arretiert wird.

Der Halter 14 ist mit Führungsstiften 14a, 14b und einer Federaufnahme 14c versehen, die ein Ende der Schraubenfeder 16 trägt, und die von dessen Oberfläche vorstehen.

Der Mitnehmer 15 ist mit folgendem versehen: Einem Loch 15a, das in einer radialen Richtung geschnitten ist, einer relativ großen Öffnung 15b in der Mitte, einem Schlitz 15c, der in einer axialen Richtung geschnitten ist und auf demselben Durchmesser wie die Öffnung 15b angeordnet ist, einer Federaufnahme 15b, die das andere Ende der Schraubenfeder 16 trägt, einem Eingreifüberstand 15e, der auf dem Umfang des Mitnehmers 15 ausgeformt und in der Lage ist, mit einem der inneren Zähne 13a des Arretierungsrings 13 einzugreifen, und einem vorstehenden Stift 15f. Die Führung 14a wird durch das Loch 15a eingeführt und die Führung 14b wird durch den Schlitz 15c eingeführt. Die Führungen 14a und 14b führen den Mitnehmer 15 so, dass der Mitnehmer 15 selbst nur in einer der Richtungen tangential zu dem Halter 14 und dem Arretierungsring 13 gleitet (d. h., die in der Fig. 3 vertikale Richtung). Der Mitnehmer 15 wird üblicherweise in einer nichteingreifenden Position gehalten, in der der Eingreifüberstand 15e von den inneren Zähnen 13a aufgrund der Federkraft der Schraubenfeder 16 entfernt ist, und bewegt sich zu einer eingreifenden Position, in der der Eingreifüberstand 15e eingreift und die inneren Zähne 13 anhält, wenn der Mitnehmer 15 sich relativ zu dem Arretierungsring 13 verschiebt.

Das Scheibenbauteil 17 weist parallel zu seinem Umfang Langlöcher 17a und 17b, durch die die Führungen 14a und 14b eingeführt werden, und ein rundes Loch 17c auf, durch das der Stift 15f eingeführt wird.

Das Ringbauteil 18 ist mit einer vorbestimmten Anzahl äußerer Zähne 18a, 18a, . . . auf seinem Umfang versehen, deren eine Flanke ungefähr senkrecht geformt ist, die der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  zugewandt ist, und deren andere Flanke, die der Sicherheitsgurtaufwickelrichtung  $\beta$  zugewandt ist, eine relativ allmähliche Neigung aufweist.

Das Scheibenbauteil 17 und das Ringbauteil 18 rotieren normalerweise aufgrund der ringförmigen Feder 19 gemeinsam, aber bewegen sich relativ zueinander, wenn ein Moment, das größer als ein spezifischer Betrag ist, auf sie in entgegengesetzten Richtungen aufgebracht wird. Das Scheibenbauteil 17 und das Ringbauteil 18 stellen ein Trägheitsbauteil dar.

Jedes Bauteil der Sicherheitsgurtarretierung 5 wird gegen Herausrutschen durch eine Kappe 20 gesichert, die auf dem rechten Ende 4a befestigt ist.

Der Verzögerungs-Sensor 6 ist im Stand der Technik ebenfalls gut bekannt. Wie in der Fig. 4 gezeigt ist, weist der Verzögerungs-Sensor 6 eine Gehäuseeinheit 21, die an der rechten Wand 2a befestigt ist, ein Trägheitsbauteil 22, das nach vorne kippt (die in der Fig. 4 linke Seite), wenn sich das Fahrzeug verlangsamt, und einen Eingreifhebel 23 auf, der schwenkbar in der Gehäuseeinheit 21 untergebracht ist. Der Eingreifhebel 23 ist mit einem eingreifenden Teil 23a versehen, das mit einem der äußeren Zähne 18a des Ringbauteils 18 an seiner Spitze in Eingriff treten kann. Wie in der Fig. 4 dargestellt ist, bleibt das Trägheitsbauteil 22 bei normalen Zuständen aufrecht und der Eingreifhebel 23 wird in einer nichteingreifenden Position gehalten, in der der eingreifende Teil 23a von den äußeren Zähnen 18a entfernt ist. Wenn das Fahrzeug mit einer Rate, die eine vorbestimmte Rate überschreitet, verzögert wird, kippt das Trägheitsbauteil nach vorne, so dass der Eingreifhebel 23 sich zu dem Ringbauteil 18 dreht, wodurch das Eingreifteil 23a in der Eingreifposition positioniert wird, in der es in dem äußeren Zahn 18a eingreift und diesen blockiert.

Wie in der Fig. 1 gezeigt ist, steht die Antriebswelle 24 mit einem linken Ende 4b der Wickelwelle 4 unter Verwendung einer Keilnutenverbindung in Eingriff und rotiert daher gemeinsam mit der Wickelwelle 4 als gemeinsame Baueinheit.

Wie in den Fig. 1, 5 und 6 gezeigt ist, weist der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 folgendes auf: ein Gehäuse 25, das an der linken Wand 2b befestigt ist, einen Getriebehälter 26 mit einer vorbestimmten Anzahl eingreifender Zähne 26a, 26a, . . . auf seiner äußeren Fläche, der innerhalb des Gehäuses 25 auf der Antriebswelle 24 befestigt ist, einen Reibungshebel 27, der an dem Gehäuse 25 so befestigt ist, dass der Reibungshebel 27 um eine Schwenkachse 27a, die ein Ende des Reibungshebels 27 ist, schwenken kann, eine Reibungsplatte 28, die drehbar an einer Tragwelle 27b, die das andere Ende des Reibungshebels 27 ist, befestigt ist, eine Drehwelle 29, die drehbar in dem Gehäuse 25 gelagert ist, eine antriebsseitige Getriebekupplung 30, die durch die Drehwelle 29 so getragen wird, dass sie in der axialen Richtung der Drehwelle 29 gleiten kann und relativ zu der Drehwelle 29 nicht rotieren kann, eine abtriebsseitige Getriebekupplung 32, die durch die Drehwelle 29 so getragen wird, dass sie relativ zu der Drehwelle 29 nicht rotieren kann, eine Kupplungsplatte 33, die durch die Drehwelle 29 ebenfalls so getragen wird, dass sie in der axialen Richtung der Drehwelle 29 gleiten kann und relativ zu der Drehwelle 29 nicht rotieren kann, eine Kupplungsfeder 34, die zwischen der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 und der Kupplungsplatte 33 zusammengedrückt ist, ein Hebelbauteil 35, das um die Fläche der Kupplungsplatte 33 so getragen ist, dass es relativ zu der Kupplungsplatte 33 rotieren kann, eine ringförmige Federkupplung 36, die zwischen der Kupplungsplatte 33 und dem Hebelbauteil 35 angeordnet ist, eine U-förmige Feder 37 zwischen dem Hebelbauteil 35 und dem Reibungshebel 27, einen ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38, der einen elektrischen Motor 40, der später erläutert wird, und die antriebsseitige Getriebekupplung 30 verbindet, und einen zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39, der die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 und den Getriebehälter 26 verbindet, und den elektrischen Motor 40.

Wie in der Fig. 9a dargestellt ist und wie später beschrieben werden wird, ist eine Rückholfeder 54 zwischen dem Reibungshebel 27 und dem Gehäuse 25 gespannt. Daher ist der Reibungshebel 27 aufgrund der kleinen Federkraft der Rückholfeder 54 stets in Richtung des Gegenuhrzeigersinns der Fig. 9a vorgespannt.

Wie in der Fig. 5 gezeigt ist, ist die Reibungsplatte 28 ungefähr fächerförmig geformt und eines ihrer Enden weist einen Bogenabschnitt 28a und einen radialen Vorsprung 28b auf. Der Bogenabschnitt 28a und eine Seite des Vorsprungs 28b können in Kontakt mit einem größeren Umfang 24a der Antriebswelle kommen. Fig. 9a zeigt eine Rückholfeder 55, die zwischen der Reibungsplatte 28 und dem Gehäuse 25 gespannt ist. Daher wird die Reibungsplatte 28 aufgrund der kleinen Federkraft der Rückholfeder 55 stets in Richtung des Gegenuhzeigersinns der Fig. 9a vorgespannt. Eine Seite des radialen Vorsprungs 28b wird daher normalerweise in Kontakt mit dem größeren Umfang 24a gehalten. Der größere Umfang 24a der Antriebswelle 24 und die Reibungsplatte 28 stellen den Gurtspannungsdetektor dar. Die Reibungsplatte 28 wird durch die Rückholfeder 54 über den Reibungshebel 27 gleichbleibend mit einer kleinen, in der Fig. 9a nach unten gerichteten Kraft beaufschlagt.

Wie in der Fig. 6 genauer dargestellt ist, ist die antriebsseitige Getriebekupplung 30 mit einer vorbestimmten Anzahl von Zähnen 30a auf ihrem äußeren Umfang versehen, und die Zähne 30a kämmen mit den Zähnen des letzten Zahnrad des ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38. Auf diese Weise wird die Antriebskraft des elektrischen Motors 40 auf die antriebsseitige Getriebekupplung 30 übertragen. Die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 ist mit einer vorbestimmten Anzahl von Zähnen 32a auf ihrem äußeren Umfang versehen und diese Zähne 32a kämmen mit den Zähnen des letzten Zahnrad des zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39. Auf diese Weise wird die Antriebskraft der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 auf den Getriebehalter 26 übertragen.

Weiterhin haben die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 und die Kupplungsplatte 33 Kupplungszähne 32b und Kupplungszähne 33a, die jeweils auf deren einander zugewandten Stirnflächen ausgebildet sind. Diese Kupplungszähne 32b und 33a kämmen miteinander, wenn die Kupplungsplatte 33 sich zu der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 hin verschiebt, wodurch die Antriebskraft der Kupplungsplatte 33 auf die abtriebsseitige Getriebekupplung übertragen wird.

Weiterhin weisen die Drehwelle 29 und die antriebsseitige Getriebekupplung 30 eine Nockenfläche 29a und eine Nockenfläche 30b auf, die jeweils auf deren, der Kupplungsplatte 33 zugewandten Flächen ausgebildet sind und die eine exzentrische, konusförmige Konkavität bilden. Die Kupplungsplatte 33 weist einen bogenförmigen Vorsprung 33b auf, der auf einer der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 zugewandten Fläche ausgeformt ist. Die Kupplungsplatte 33 wird in Richtung der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 durch die Federkraft der Kupplungsfeder 34 vorgespannt, so dass der Vorsprung 33b immer in Kontakt mit der Nockenfläche 30b steht. Die Nockenfläche 30b, die in der Fig. 6 unter normalen Bedingungen gezeigt ist, hält die Kupplungsplatte 33 durch die Kraft der Kupplungsfeder 34 im weitesten Abstand von der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 und hält die Kupplungszähne 32b und 33a in einer Nichteingriffsposition. Wenn die antriebsseitige Getriebekupplung 30 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung relativ zu der Kupplungsplatte 33 rotiert, verschiebt die Nockenfläche 30b die Kupplungsplatte 33 in Richtung auf die abtriebsseitige Getriebekupplung 32, so dass die Kupplungszähne 32b und 33a ineinandergreifen. Die Nockenfläche 30b überträgt weiterhin die Rotationskraft der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung auf die Kupplungsplatte 33, so dass die Kupplungsplatte 33 in der gleichen Richtung rotiert.

Wie in der Fig. 5 gezeigt ist, ist das Hebelbauteil 35 mit einem Arm 35a versehen. Der Arm 35a kommt mit der Tragwelle 27b des Reibungshebels 27 in Kontakt, wenn das Hebelbauteil 35 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung rotiert. Der Arm 35a ist mit einem Eingreifteil 35b versehen, dessen Spitze derart ausgebildet ist, dass der Eingreifteil 35b in der Lage ist, mit einem der Zähne 26a des Getriebehalters 26 in Eingriff zu gelangen. Der Arm 35a ist mit einem Federhaltervorsprung 35c nahe dem Eingreifteil 35b versehen. Die Kupplungsplatte 33 und das Hebelbauteil 35 rotieren in einem normalen Zustand aufgrund der Federkupplung 36 zusammen, aber rotieren gegensätzlich zueinander, wenn einander entgegengesetzte Hebelmomente, die größer sind als ein vorbestimmter Betrag, auf die Kupplungsplatte 33 und das Hebelbauteil 35 aufgebracht werden.

Ein Ende der U-förmigen Feder 37 wird durch den Federhaltervorsprung 35c des Hebelbauteils 35 getragen und das andere Ende wird durch die Tragwelle 27b des Reibungshebels 27 getragen. Die U-förmige Feder 37 verhindert, dass der Arm 35a schwingt. Die U-förmige Feder 37 spannt, wie in der Fig. 9a gezeigt ist, den Arm 35b vor, um den Arm 35a von dem Getriebehalter 26 wegzuhalten, wenn der Federhaltervorsprung 35c des Arms 35a relativ zu der Linie  $\gamma$  in der Fig. 9a, die die Drehachse des Hebelbauteils 35 und die Mitte der Schwenkachse 27a und des Reibungshebels 27 verbindet, auf der gegenüberliegenden Seite des Getriebehalters liegt. Die U-förmige Feder 37 spannt auf der anderen Seite den Arm 35a in Richtung auf den Getriebehalter 26 vor, wenn der Federhaltervorsprung 35c relativ zu der Linie  $\gamma$  auf der Seite des Getriebehalters 26 liegt, wie in den Fig. 10a und 11a gezeigt ist.

Das Schwenken des Arms 35a weg von dem Getriebehalter 26, wie in der Fig. 9a gezeigt ist, wird durch einen Anschlag 53 begrenzt. Auch wenn der Federhaltervorsprung 35c relativ zu der Linie  $\gamma$  auf der anderen Seite des Getriebehalters 26 liegt, und sogar wenn der Arm 35a durch die U-förmige Feder von dem Getriebehalter 26 weg vorgespannt wird, hindert der Anschlag 53 den Arm 35a daran, weiter von dem Getriebehalter wegzuschwenken.

Der Elektromotor 40 des Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 ist in dem Rahmen 2 installiert. Die Antriebskraft des Elektromotors 40 wird auf die antriebsseitige Getriebekupplung 30 durch den ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38 übertragen. Die Antriebskraft des Elektromotors 40 wird weiterhin auf den Getriebehalter 26 über die Kupplungsplatte 33, die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 und den zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39 übertragen, wenn die Zähne 32b der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 und die Zähne 33a der Kupplungsplatte 33 miteinander kämmen.

Die Spannvorrichtung 8 ist im Stand der Technik ebenfalls gut bekannt und die Wickelwelle 4, wie in der Fig. 1 dargestellt ist, wird durch eine Spiralfeder 41 über die Antriebswelle 24 in der Sicherheitsgurtaufrollrichtung  $\beta$  vorgespannt.

Der Elektromotor 40 ist weiterhin, wie in der Fig. 1 gezeigt ist, mit einer zentralen Prozessoreinheit 42 (im folgenden als CPU bezeichnet) verbunden, die aus einem Mikrocomputer oder dergleichen besteht. Ein Frontobjektdetektionssensor 43, ein Gurtspannungsdetektionssensor 67, ein Angurtschalter 69 und ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 sind mit der CPU 42 verbunden.

Wie in der Fig. 7 gezeigt ist, sind die Frontobjektdetektionssensoren 43 in vorbestimmten Positionen P, P auf einer frontseitigen Windschutzscheibe 46 an der dem Fahrzeuginnenraum zugewandten Seite angebracht, insbesondere nahe einem Rückspiegel 44, nahe einem Instrumentenbrett 45 oder in einem durch Wischer abgedeckten Bereich. In diesem



Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der Frontobjektdetektionssensor 43 ein optischer Sensor. Der Frontobjektdetektionssensor 43, wie in den Fig. 8a und 8b gezeigt ist, weist ein Sensorgehäuse 48, das mit Klebstoff 47 an die frontseitige Windschutzscheibe 46 geklebt ist, eine Lichtquelle, die Licht in Frontrichtung des Fahrzeugs emittiert, und einen Lichtempfänger auf, der reflektiertes Licht von Objekten in Frontrichtung empfängt. Die Lichtquelle weist eine Lampe 49 (LED oder LD), um Licht zu emittieren, und eine Linse 50 auf, die das Licht von der Lampe 49 sammelt und es in Frontrichtung des Fahrzeugs abstrahlt. Der Lichtempfänger weist eine Linse 51, um das von Objekten reflektierte Licht zu sammeln, und einen optischen Sensor 52 (PSD) auf, der das reflektierte Licht von der Linse 51 empfängt, um das reflektierte Licht in ein elektrisches Signal umzuwandeln, das zu der CPU 42 übertragen wird. Der Frontobjektdetektionssensor 43 detektiert Objekte vor dem Fahrzeug und überträgt das Objektdetektionssignal zu der CPU 42.

Der Gurtspannungsdetektionssensor 67 detektiert die auf den Sicherheitsgurt 3 während der Benutzung aufgebrachte Spannung und überträgt das Detektionssignal zu der CPU 42. Weiterhin detektiert der Gurtschalter 69, ob der Sicherheitsgurt angelegt ist oder nicht; d. h. er detektiert die Verbindung einer Schnalle und einer Zunge und überträgt das Detektionssignal zu der CPU 42. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 detektiert die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und überträgt das Detektionssignal zu der CPU 42.

Der Frontobjektdetektionssensor 43 muss nicht notwendigerweise ein optischer Sensor sein. Es können auch andere Objektdetektoren eingesetzt werden, die beispielsweise Radiowellen, wie beispielsweise Millimeterwellen, Ultraschallwellen oder Bilderkennung verwenden. Mehr als ein Frontobjektdetektionssensor 43 kann installiert sein und der Frontobjektdetektionssensor 43 kann so ausgelegt sein, dass von links nach rechts und von oben nach unten gescannt wird.

Der Betrieb der Sicherheitsgurt-Aufrollrichtung gemäß obiger Beschreibung wird nachfolgend beschrieben werden.

Wenn die CPU 42 nach der Übertragung des Objektdetektionssignals von dem Frontobjektdetektionssensor 43 feststellt, dass die Betriebserfordernisse für den Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 erfüllt sind, betreibt die CPU 42 den Elektromotor 40 so, dass dieser abhängig von den Betriebserfordernissen entweder in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  oder in der Aufrollrichtung  $\beta$  rotiert.

Wenn der Elektromotor 40 in der Abrollrichtung  $\alpha$  rotiert, rotieren die antriebsseitige Getriebekupplung 30 und die Kupplungsplatte 33 durch den ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38, ausgehend von dem in den Fig. 9a und 9b gezeigten Zustand, beide in dieselbe Richtung  $\alpha$ . Wenn die Kupplungsplatte 33 rotiert, rotiert das Hebelbauteil 35 in der Richtung  $\alpha$ , der gleichen Richtung wie die der Kupplungsplatte 33. Daraufhin kommt der Arm 35a des Hebelbauteils 35 in Kontakt mit der Tragwelle 27b des Reibungshebels 27, wie in der Fig. 10a gezeigt wird. Wenn sich der Federhaltervorsprung 35c über die Linie  $\gamma$  zu der Seite des Getriebehalters 26 bewegt hat, wird an diesem Punkt der Arm 35a durch die Federkraft der U-förmigen Feder 37 in der gleichen Richtung  $\alpha$  vorgespannt.

Der Arm 35a des Hebelbauteils 35, der weiter in der Richtung  $\alpha$  rotiert, zwingt den Reibungshebel 27 zum Schwenken um die Schwenkachse 27a gegen die Federkraft der Rückholfeder 54 in der Abrollrichtung  $\alpha$ . Mit der Schwenkbewegung des Reibungshebels 27 in der Abrollrichtung  $\alpha$  schwenkt die Tragwelle 27b in der gleichen Richtung und verursacht, dass die Reibungsplatte 28 sich, wie in der Fig. 10a gezeigt, nach oben bewegt, so dass der Bogenabschnitt 28a der Reibungsplatte 28 in Kontakt mit dem größeren Umfang 24a der Antriebswelle 24 kommt. Auf diese Weise werden die Rotationen des Hebelbauteils 35 und der Kupplungsplatte 33 angehalten.

Auch wenn die Rotation der Kupplungsplatte 33 angehalten wird, rotiert die antriebsseitige Getriebekupplung 30 weiterhin in der Abrollrichtung  $\alpha$ . Die Nockenfläche 30b der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 und die Nockenfläche 29a der Drehwelle drücken daher die Drehwelle 29 und den Vorsprung 23b in Richtung der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32. Auf diese Weise gleiten sowohl die Drehwelle 29 als auch die Kupplungsplatte 33 in Richtung der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32, wodurch die Zähne 33a der Kupplungsplatte 33 mit den Zähnen 32b der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 kämmen. Die Kupplungsplatte 33 und die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 sind auf diese Weise verbunden.

Wenn die Antriebskraft des Elektromotors 40 größer wird als der Reibungswiderstand der Kupplungsplatte 33, hervorgerufen durch die Federkupplung 36, wird die Antriebskraft des elektrischen Motors 40 durch die Kupplungsplatte 33 zu der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 übertragen, da die Kupplungsplatte 33 und die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 verbunden sind. Die Antriebskraft wird weiter durch den zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39 auf den Getriebehalter 26 übertragen. Folglich rotiert der Getriebehalter 26 in der Abrollrichtung  $\alpha$  und verursacht, dass die Antriebswelle 24 und die Wickelwelle 4 in der gleichen Richtung  $\alpha$  rotieren. Auf diese Weise wird der Sicherheitsgurt 3 abgewickelt.

Mit der Rotation des größeren Umfangs 24b der Antriebswelle 24 in der Abwickelrichtung  $\alpha$  bewirkt die zwischen dem größeren Umfang 24b und dem Bogenteil 28a erzeugte Reibung, dass die Reibungsplatte 28 gegen die Federkraft der Rückholfeder 55 im Uhrzeigersinn schwenkt, wie in Fig. 11a gezeigt ist. Wenn die Schwenkbewegung der Reibungsplatte 28 bewirkt, dass der Bogenabschnitt 28a sich von dem größeren Umfang 24b löst, kann sich die Reibungsplatte 28 in Fig. 11a weiter nach oben bewegen. Auf diese Weise rotiert das Hebelbauteil 35 ebenfalls weiter in der Richtung  $\alpha$  und bewirkt, dass das Eingreiffeil 35b des Arms 35a in einen der Zähne 26a des Getriebehalters 26 eingreift. Wenn der Elektromotor durch einen Timer oder den Gurtspannungsdetektionssensor 67 anhält, stoppt auch die Rotation der Wickelwelle 4 in der Richtung  $\alpha$ , wodurch das Abrollen des Sicherheitsgurts 3 angehalten wird. Wenn das Abwickeln des Sicherheitsgurts 3 angehalten ist, wird die Antriebskraft des Elektromotors 40 nicht mehr auf das Hebelbauteil 35 übertragen, da der Antrieb des Elektromotors 40 abgeschaltet ist. Da jedoch der Arm 35a in diesem Zustand in der Richtung, in der das Eingreiffeil 35b mit einem der Zähne 26a in Eingriff steht, vorgespannt ist, wird der Eingriff zwischen dem Eingreiffeil 35b und einem der Zähne 26a aufrechterhalten.

In diesem Zustand wird die Kraft der Spanneinrichtung 8 ebenfalls nicht auf den Sicherheitsgurt 3 übertragen, da die Wickelwelle 4 gegen eine Rotation sowohl in der Abrollrichtung  $\alpha$  als auch der Aufrollrichtung  $\beta$  blockiert ist. Der Sicherheitsgurt 3 wird daher in einem spannungslosen Zustand gehalten.

Zum Lösen des Eingriffs zwischen dem Eingreiffeil 35b und dem Zahn 26a schaltet die CPU 42 den Elektromotor 40 in der Aufrollrichtung  $\beta$  an. Wenn die antriebsseitige Getriebekupplung 30 beim Einschalten des Motors in der Aufroll-

richtung  $\beta$  rotiert, verschiebt sich der Vorsprung 33b der Kupplungsplatte 33, geführt durch die Nockenfläche 30b, in axialer Richtung. Folglich wird der Eingriff zwischen den Zähnen 33a und 32b gelöst, wodurch auch die Verbindung der Kupplungsplatte 33 und der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 gelöst wird. In der Folge kehren die antriebsseitige Getriebekupplung 30, die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 und die Kupplungsplatte 33 zu demselben Zustand zurück, wie er in der Fig. 9b gezeigt ist.

Wenn der Elektromotor 40 weiter in der Aufrollrichtung  $\beta$  antreibt, rotiert die antriebsseitige Getriebekupplung 30 in der gleichen Richtung  $\beta$ . Da die Rotation der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 die Kupplungsplatte 33 veranlasst, in der gleichen Richtung  $\beta$  zu rotieren, rotiert das Hebelbauteil 35 in der Richtung, in der sich sein Arm 35a von dem Getriebehalter 26 trennt. Folglich löst sich das Eingreifteil 35b von dem Zahn 26a, wodurch der Getriebehalter 26 für eine Drehung freigegeben wird. Auf diese Weise wird die Kraft von der Spannvorrichtung 8 über die Wickelwelle 4 auf den Sicherheitsgurt 3 übertragen.

Wenn das Hebelbauteil 35 sich weiter in der gleichen Richtung dreht und der Arm 35a in Kontakt mit dem Anschlag 53 kommt, stoppt der Antrieb des Elektromotors 40. Da der Federhaltevorsprung 35c relativ zu der Linie  $\gamma$  in diesem Zustand gegenüber des Getriebehalters 26 positioniert ist, wird der Arm 35a durch die Federkraft der U-förmigen Feder 37 in Kontakt mit dem Anschlag 53 gehalten. Der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 kehrt auf diese Weise in den anfänglichen Zustand zurück, wie er in der Fig. 9a gezeigt ist.

Wenn auf der anderen Seite der Elektromotor 40 von dem Zustand der Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung 1, wie er in den Fig. 9a und 9b dargestellt ist, aus in der Aufrollrichtung  $\beta$  angetrieben wird, versuchen die antriebsseitige Getriebekupplung 30 und die Kupplungsplatte 33 durch den ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38 in der gleichen Richtung  $\beta$  von dem Zustand aus, wie er in den Fig. 9a und 9b dargestellt ist, zu rotieren. Da jedoch der Arm 35a des Hebelbauteils 35 in Kontakt mit dem Anschlag 53 ist, werden die Kupplungsplatte 33 und das Hebelbauteil 35 davon abgehalten, in der Richtung  $\beta$  zu rotieren.

Auch wenn die Kupplungsplatte 33 davon abgehalten wird, in der Richtung  $\beta$  zu rotieren, rotiert die antriebsseitige Getriebekupplung 30 weiter in der Aufrollrichtung  $\beta$ . Die Nockenfläche 30b der antriebsseitigen Getriebekupplung 30 und die Nockenfläche 29a der Drehwelle drücken die Drehwelle 29 und den Vorsprung 33b in Richtung auf die abtriebsseitige Getriebekupplung 32. Daher gleiten sowohl die Drehwelle 29 als auch die Kupplungsplatte 33 in Richtung der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32, wodurch bewirkt wird, dass die Zähne 33a der Kupplungsplatte 33 mit den Zähnen 32b der abtriebsseitigen Getriebekupplung 32 kämmen. Die Kupplungsplatte 33 und die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 sind auf diese Weise verbunden.

Wenn die Antriebskraft des Elektromotors 40 größer wird als der Reibungswiderstand der Kupplungsplatte 33, der durch die Federkupplung 36 hervorgerufen wird, wird die Antriebskraft des Elektromotors 40 über die Kupplungsplatte 33 auf die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 übertragen, da die Kupplungsplatte 33 und die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 verbunden sind. Die Antriebskraft wird weiterhin über den zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39 auf den Getriebehalter 26 übertragen. Folglich rotiert der Getriebehalter 26 in der Aufwickelrichtung  $\beta$  und bewirkt, dass die Antriebswelle 24 und die Wickelwelle 4 in der gleichen Richtung  $\beta$  rotieren. So wird der Sicherheitsgurt 3 aufgewickelt. Auf diese Weise wird der Sicherheitsgurt 3 durch die Aufrollkraft des Elektromotors 40 gespannt. Wenn die Gurtspannung ein vorbestimmtes Niveau erreicht, stoppt die CPU 42 den Antrieb des Elektromotors 40.

Wenn der Elektromotor 40 anhält, wird keine Aufrollkraft durch den Antrieb des Elektromotors 40 auf die Wickelwelle 4 übertragen und kein Widerstand gegen die Abrollrichtung  $\alpha$  wird verursacht, so dass die Wickelwelle 4 durch die Vorspannkraft der Spanneinrichtung 8 sich allmählich in der Abrollrichtung  $\alpha$  dreht, wodurch die auf den Sicherheitsgurt 3 aufgebrachte Gurtspannung allmählich verringert wird. Die Gurtspannung des Sicherheitsgurts 3 gleicht sich schließlich dem Niveau der durch die Spannungseinrichtung 8 bereitgestellten Kraft an.

Wenn der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 nicht arbeitet, um die Wickelwelle in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  zu drehen, ergibt sich die nachfolgende Funktion:

In diesem Zustand sind der Reibungshebel 27, die Reibungsplatte 28 und das Hebelbauteil 35 wie in der Fig. 9a gezeigt positioniert. Der Bogenabschnitt 28a der Reibungsplatte 28 ist daher in Abstand zu dem größeren Umfang 24a der Antriebswelle 24 angeordnet und die Seite des radialen Vorsprungs 28b der Reibungsplatte 28 steht in Kontakt mit dem größeren Umfang 24a. Weiterhin befindet sich das Eingreifteil 35b des Hebelbauteils 35 in einer nicht eingreifenden Position entfernt von den Zähnen 26a des Getriebehalters 26. Der Arm 35a wird in Kontakt mit dem Anschlag 53 gehalten, der verhindert, dass der Arm sich weiter in Richtung von dem Getriebehalter 26 wegdreht.

Auf diese Weise wird die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung als eine konventionelle Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung normal arbeiten.

Im normalen Zustand, in dem das Fahrzeug nicht um einen Betrag abgebremst wird, der den vorbestimmten Betrag überschreitet, arbeitet der Verzögerungs-Sensor 6 nicht und die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung 1 ist wie in der Fig. 1 oder der Fig. 4 gezeigt positioniert. In solch einem Zustand befindet sich das Eingreifteil 23a des Eingreifhebels 23 in einer nicht eingreifenden Position entfernt von den äußeren Zähnen 18a des Ringbauteils 18 und der Eingreifabschnitt 10a der Sperrklinke 10 befindet sich ebenfalls in einer nicht eingreifenden Position entfernt von den äußeren Zähnen 9a des Sperrklinkenrades 9. In diesem Zustand kann daher die Wickelwelle 4 sich frei drehen und der Sicherheitsgurt 3 wird durch die Spanneinrichtung 8 in der Aufrollrichtung  $\beta$  über die Antriebswelle 24 vorgespannt.

Wenn der Sicherheitsgurt 3 nicht verwendet wird, befindet sich die Zunge (nicht gezeigt), die an dem Sicherheitsgurt 3 befestigt ist, und das Schnallenbauteil (nicht gezeigt) nicht in Eingriff. Der Sicherheitsgurt 3 wird daher durch die Wickelwelle 4 und die Vorspannkraft der Spanneinrichtung 8 aufgewickelt.

Wenn der Sicherheitsgurt 3 abgewickelt wird, ergibt sich folgender Zustand. Wenn ein Insasse den Sicherheitsgurt 3 auszieht, um ihn zu tragen, rotiert die Wickelwelle 4 gegen die Kraft der Spanneinrichtung 8 in der Abrollrichtung  $\alpha$ . Auf diese Weise kann der Sicherheitsgurt 3 frei abgerollt werden.

Wenn der Insasse den Sicherheitsgurt 3 nicht berührt, nachdem er die Zunge und die Schnalle in Eingriff gebracht hat:

Wenn der Insasse die Zunge und das Schnallenbauteil in Eingriff bringt, ist der Sicherheitsgurt länger ausgezogen als die erforderliche Länge bei genauer Anpassung. Wenn daher der Insasse den Sicherheitsgurt 3 nach dem Ineingriffbrin-



gen loslässt, wird der Sicherheitsgurt 3 durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 aufgerollt, bis der Gurt dem Körper des Insassen angepasst ist. Zu diesem Zeitpunkt wird der Sicherheitsgurt nur durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 gespannt. Wenn das Fahrzeug jedoch beginnt sich zu bewegen und mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit (10 bis 20 km/h), wie später beschrieben wird, fährt, arbeitet der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 und der Sicherheitsgurt 3 wird in dem spannungslosen Zustand gehalten, ohne dass irgendeine Spannung auf den Sicherheitsgurt 3 aufgebracht wird (im Falle des Komfort-Modus, der später erläutert wird).

Wenn der Sicherheitsgurt 3 nicht verwendet wird, nachdem der Eingriff zwischen der Zunge und dem Schnallenbauteil gelöst ist.

Wenn der Insasse die Zunge und das Schnallenbauteil des Sicherheitsgurts 3 voneinander trennt, um den Gurt abzunehmen, wird der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 nach dem Empfang eines Gurtlösesignals von dem Angurtschalter 69 deaktiviert. Der Sicherheitsgurt 3 wird auf die Wickelwelle 4 durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 aufgerollt, wie in dem Zustand, wenn der Sicherheitsgurt nicht verwendet wird.

Sicherheitsgurtzustand, wenn das Fahrzeug um einen Betrag verzögert wird, der den vorbestimmten Betrag überschreitet:

Wenn das Fahrzeug während der Fahrt durch eine Notbremsung um einen Betrag abgebremst wird, der den vorbestimmten Betrag überschreitet, wird die Sicherheitsgurtarretierung 5 aktiviert. Als erster Schritt kippt das Trägheitsbauteil 22 nach vorne, wodurch der Eingreifhebel 23 nach oben zu dem Ringbauteil schwenkt. Das Eingreifbauteil 23a des Eingreifhebels 23 wird daher bewegt, um mit den äußeren Zähnen 18a des Ringbauteils 18 einzugreifen. Zwischenzeitlich wird, da sich der Insasse aufgrund der Verzögerung nach vorne bewegt, der Sicherheitsgurt 3 ausgezogen. Mit dem Ausziehen des Sicherheitsgurts 3 drehen sich die Wickelwelle 4, das Sperrklinkenrad 9, der Halter 14, der Mitnehmer 15, das Scheibenbauteil 17 und das Ringbauteil 18 alle in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$ . Da die äußeren Zähne 18a des Ringbauteils 18 sofort mit dem Eingreifteil 23a in Eingriff gelangen, wird die Drehung des Scheibenbauteils 17 und des Ringbauteils 18 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  angehalten.

Da der Insasse dazu tendiert, sich nach vorne zu bewegen, wird der Sicherheitsgurt 3 weiter ausgezogen und die Wickelwelle 4, das Sperrklinkenrad 9, der Arretierungsring 13 und der Halter 14 drehen sich alle in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$ . Daher drehen sich der Halter 14 und das Scheibenbauteil 17 relativ zueinander in entgegengesetzten Richtungen, wodurch sich der Mitnehmer 15, geführt durch die Führungen 14a und 14b, in radialer Richtung (in der Fig. 3 nach oben) verschiebt. Die Verschiebung des Mitnehmers 15 bewirkt, dass der Eingreifüberstand 15e des Mitnehmers 15 mit den inneren Zähnen 13a des Arretierungsrings 13 in Eingriff gelangt. Wenn das auf das Scheibenbauteil 17 in der Abwickelrichtung  $\alpha$  aufgebrachte Moment durch weiteres Ausziehen des Sicherheitsgurtes 3 die Federkraft der ringartigen Feder 19 überschreitet, drehen sich der Mitnehmer 15 und das Scheibenbauteil 17 in der Abrollrichtung  $\alpha$ .

Die Drehung des Mitnehmers 15 in der Abrollrichtung  $\alpha$  bewirkt, dass der Eingreifüberstand 15e mit einem der inneren Zähne 13a in Eingriff gelangt, wodurch sich der Arretierungsring 13 in der Abwickelrichtung  $\alpha$  dreht. Die Rotation des Arretierungsrings 13 in der Abwickelrichtung  $\alpha$  bewegt den Nockenstößel 10b der Sperrklinke 10, wobei der Nockenstößel 10b in dem Nockenloch 13b geführt ist. Mit der Bewegung des Nockenstößels 10b schwenkt die Sperrklinke 10 in Richtung des Sperrklinkenrads 9, um den Eingreifabschnitt 10a der Sperrklinke 10 nahe an die Eingreifposition mit den äußeren Zähnen 9a zu bringen. Mit einer weiteren Drehbewegung der Wickelwelle 4 und des Sperrklinkenrads 9 in der Abrollrichtung  $\alpha$  greift der Eingreifabschnitt 10a in einen der äußeren Zähne 9a ein. Als Ergebnis wird die Rotation der Wickelwelle 4 und des Sperrklinkenrades 9 angehalten, wodurch verhindert wird, dass sich der Sicherheitsgurt 3 abwickelt. Auf diese Art und Weise kann der Insasse durch den Sicherheitsgurt 3 sicher zurückgehalten und geschützt werden.

Sicherheitsgurtzustand beim schnellen Ausziehen:

Wenn der Sicherheitsgurt 3 relativ zu der normalen Geschwindigkeit schnell ausgezogen wird, drehen sich die Wickelwelle 4, das Sperrklinkenrad 9 und der Halter 14 alle schnell in der Abrollrichtung  $\alpha$ . Das Trägheitsbauteil, das das Scheibenbauteil 17 und das Ringbauteil 18 aufweist, hält jedoch nicht mit der schnellen Drehung Schritt, wodurch eine Verlangsamung bewirkt wird. Die Verlangsamung bewirkt die relative Drehung zwischen dem Halter 14 und dem Scheibenbauteil 17. In gleicher Weise wie die Notbremsung veranlasst die relative Drehung den Mitnehmer dazu, sich in einer radialen Richtung zu bewegen, so dass der Eingreifabschnitt 15a mit einem der äußeren Zähne 9a des Sperrklinkenrads eingreift. Dem gemäß wird die Drehung der Wickelwelle 4 angehalten, um zu verhindern, dass der Sicherheitsgurt 3 abgerollt wird.

Wenn der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 außer Betrieb ist, wobei die Wickelwelle 4 sich in der Abrollrichtung  $\alpha$  oder der Aufrollrichtung  $\beta$  drehen kann, drehen sich die Räder des zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39 und die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 immer noch zusammen mit der Wickelwelle 4. Da die Kupplungszähne 32b und die Kupplungszähne 33a jedoch nicht miteinander kämmen, rotieren die Räder des ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38 und der Elektromotor 40 nicht zusammen mit der Wickelwelle 4.

Wenn der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 in Betrieb ist, um die Wickelwelle in Abrollrichtung  $\alpha$  zu drehen:

In diesem Fall rotiert, da der Getriebehalter 26, wie in der Fig. 11a gezeigt ist, angehalten ist, die Wickelwelle 4 weder in der Abrollrichtung  $\alpha$  noch in der Aufrollrichtung  $\beta$ . Unabhängig von dem Betrieb des Verzögerungs-Sensors 6 wird daher verhindert, dass der Sicherheitsgurt 3 abgerollt wird. Sogar wenn das Fahrzeug mit einer Rate abgebremst wird, die den Verzögerungs-Sensor 6 aktiviert, kann der Insasse durch den Sicherheitsgurt 3 sicher zurückgehalten und geschützt werden.

Das Insassenrückhaltesystem gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist in der Lage, wahlweise in vier Modi zur Steuerung des Auf- und Abrollens des Sicherheitsgurts 3 zu arbeiten. Wie in Fig. 12 gezeigt ist, weisen die vier Modi einen Komfort-Modus, einen Vorsichts-Modus, einen Warn-Modus und einen Notfall-Modus auf.

Im Komfort-Modus ist beim Betrieb des Systems die Aufrollkraft für den Sicherheitsgurt 3 auf 0 N (kgf) eingestellt. In diesem Modus wird die Aufrollkraft für den Sicherheitsgurt 3 durch die Spanneinrichtung 8 durch Antreiben des Elektromotors 40 in der Sicherheitsgurtabrollrichtung  $\alpha$  aufgehoben. D. h., dass die Spannung auf den Sicherheitsgurt 3 aufgehoben wird, so dass sich der Sicherheitsgurt 3 in dem spannungslosen Zustand befindet. In diesem Ausführungsbei-

spiel sind die drei festgelegten Bedingungen, um das Insassen-Rückhaltesystem in dem Komfort-Modus zu betreiben, folgende: (1) dass kein Objekt detektiert wird; (2) dass ein detektiertes Objekt nicht näher kommt; und (3) dass, auch wenn ein detektiertes Objekt näher kommt, der Insasse genügend Zeit hat, um dem Objekt auszuweichen, oder dass der Insasse dem Objekt bereits ausweicht.

- 5 Es ist festgesetzt, dass eine der Bedingungen des Komfort-Modus erfüllt ist, wenn kein Objektdetektionssignal von dem Frontobjektdetektionssensor 43 ausgegeben wird, wenn die Differenz zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Geschwindigkeit des Objekts, d. h. die relative Geschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt null oder kleiner ist, d. h. die relative Geschwindigkeit  $\leq 0$  ist, bei Ausgabe des Objektdetektionssignals von dem Frontobjektdetektionssensor 43, oder wenn kein anderer Modus eingestellt ist. Das Insassen-Rückhaltesystem ist so betreibbar, dass  
10 der Komfort-Modus nach einem vorbestimmten Zeitraum (beispielsweise 3 bis 5 Sekunden), nachdem festgestellt wurde, dass eine der Bedingungen des Komfort-Modus erfüllt ist, eingestellt wird.

- Um das Insassen-Rückhaltesystem in den Komfort-Modus zu versetzen, wobei der Insasse gerade in dem Fahrzeugsitz sitzt und den Sicherheitsgurt 3 trägt, treibt die CPU 42 als ersten Schritt den elektrischen Motor 40 an, nach einem vorbestimmten Zeitraum, nachdem die Fahrzeuggeschwindigkeit die vorbestimmte Geschwindigkeit überschritten hat, in  
15 der Aufrollrichtung zu rotieren. Die Rotation des Elektromotors 40 verursacht, dass der Sicherheitsgurt 3 aufgerollt wird, bis der Gurt dem Körper des Insassens angepasst ist. In diesem Zustand setzt die CPU 42 den Anfangszustand, um zu entscheiden, ob das Insassen-Rückhaltesystem sich in dem normalen Zustand befindet, und abzufragen, ob der Insasse gerade sitzt. Hiernach treibt die CPU 42 den Elektromotor 40 an, in der Abrollrichtung zu rotieren, um die Aufrollkraft der Spanneinrichtung 8 aufzuheben und um den Sicherheitsgurt 3 in den spannungslosen Zustand zu überführen. Auf diese  
20 Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Komfort-Modus versetzt.

- Um das Insassen-Rückhaltesystem nach einem vorbestimmten Zeitraum, nachdem eine der vorbestimmten Bedingungen des Komfort-Modus erfüllt ist, von einem anderen Modus in den Komfort-Modus zu versetzen, wird der Sicherheitsgurt 3 für eine gewisse Zeit aufgerollt, und daraufhin wird der Komfort-Modus in derselben Weise, wie oben erwähnt, eingestellt.

- 25 Wenn der Sicherheitsgurt 3 aufgrund der Bewegung des Insassens in dem Zustand ausgezogen wird, in dem das System in den Komfort-Modus versetzt ist, wird auf den Sicherheitsgurt 3 die Kraft einer Speicherfeder aufgebracht, die in den Getriebehälter 26 eingebaut ist. Die Kraft ist auf 5 N [0,5 kgf] oder weniger eingestellt. Wenn der Insasse in seine ursprüngliche Position zurückkehrt, wird die Kraft der Speicherfeder aufgehoben, um den Sicherheitsgurt 3 wieder in den spannungslosen Zustand zu bringen.

- 30 In dem Vorsichts-Modus wird die Gurtspannung des Sicherheitsgurtes 3 auf eine Spannung eingestellt, die nur durch die Kraft (beispielsweise 5 N) [0,5 kgf] der Spanneinrichtung 8 erzeugt wird. D. h., die Gurtspannung steht nicht unter dem Einfluss der Aufrollkraft durch die Antriebskraft des elektrischen Motors 40. Zwei festgesetzte Bedingungen, um das Insassen-Rückhaltesystem in dem Vorsichts-Modus zu betreiben, sind: (1) dass der Insasse den Sicherheitsgurt 3 trägt oder abnimmt; und (2) dass der Insasse, wenn ein detektiertes Objekt näher kommt, während das Fahrzeug mit einer  
35 Geschwindigkeit von mehr als 10 bis 20 km/h fährt, nicht genügend Zeit hat, um dem Objekt auszuweichen.

- Um zu entscheiden, ob eine der Bedingungen erfüllt ist, wird die erste Bedingung überprüft, indem detektiert wird, ob die Eingriffsbeziehung zwischen der Zunge und der Schnalle ausgeführt oder gelöst ist. D. h. ein Detektionssensor ist wenigstens entweder in der Zunge oder der Schnalle installiert, um durch ein Ausgabesignal des Detektionssensors feststellen zu können, ob der Kontakt zwischen der Zunge und der Schnalle vorhanden oder unterbrochen ist.

- 40 Die zweite Bedingung wird andererseits durch die Bewertung geprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  größer als 10 bis 20 km/h ist ( $V_s \geq 10-20$  km/h). Wenn entschieden wird, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  größer als 10 bis 20 km/h ist, werden der relative Abstand  $D_r$  und die relative Geschwindigkeit  $V_r$  zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt in der Front-Rück-Richtung aus dem Objektdetektionssignal von dem Frontobjektdetektionssensor 43 bestimmt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  größer als die relative Geschwindigkeit  $V_r$  und die relative Geschwindigkeit  $V_r$   
45 positiv ist ( $V_s > V_r \geq 0$ ), (i) wird entschieden, dass das Objekt ein Fahrzeug ist, das vor dem Fahrzeug in der gleichen Richtung fährt, und dass der relative Abstand verkürzt wird, d. h. der Fall des Hinterherfahrens. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  geringer ist als die relative Geschwindigkeit  $V_r$ , (ii) wird entschieden, dass das Objekt stationär oder ein nahekommendes Fahrzeug ist.

- 50 Der Fall (i), d. h. Hinterherfahren:

Der Sicherheitsabstand  $D_s$  von dem Fahrzeug, das vor dem Fahrzeug fährt, berechnet sich, wenn das Fahrzeug mit der gleichen Verzögerung  $d$  abgebremst wird (beispielsweise 4-6 m/sec<sup>2</sup>), nach Gleichung 1 wie folgt.

- 55 Gleichung 1

$$D_s = V_s \cdot T_d - d \cdot T_d^2 + D_e$$

$V_s$ : Fahrzeuggeschwindigkeit

- 60  $D_s$ : Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen

$T_d$ : Reaktionszeit des Fahrers (0,5-1,0 Sek.)

$d$ : Vorgewählte Verzögerung (z. B. 4-6 m/sec<sup>2</sup>)

$D_e$ : Erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m)

- 65 Wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als der Sicherheitsabstand  $D_s$  ( $D_r \leq D_s$ ), wird entschieden, dass die zwei Bedingungen erfüllt sind.

Fall (ii), d. h. stationäres oder entgegenkommendes Fahrzeug:

Wenn das Fahrzeug mit der gleichen Verzögerung  $d$  abgebremst wird, erhält man den Sicherheitsabstand  $D_s$  von dem stationären oder nahekommenden Fahrzeug wie folgt aus der Gleichung 2:

Gleichung 2

$$D_s = V_s \cdot T_d - V_r^2/2d + D_e$$

$V_s$ : Fahrzeuggeschwindigkeit

$D_s$ : Sicherheitsabstand vom Objekt

$T_d$ : Reaktionszeit des Fahrers (0,5 bis 1,0 Sek)

$d$ : Vorgewählte Verzögerung (z. B. 4–6 m/sec<sup>2</sup>)

$D_e$ : Erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m)

Wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als der Sicherheitsabstand  $D_s$  ( $D_r \leq D_s$ ) wird entschieden, dass die zwei Bedingungen erfüllt sind.

Wenn entschieden ist, dass eine der Bedingungen des Vorsichts-Modus erfüllt ist, wird das Insassen-Rückhaltesystem in dem Vorsichts-Modus betrieben.

Um das Insassen-Rückhaltesystem in den Vorsichts-Modus zu versetzen, steuert die CPU 42 den Elektromotor 40 nach einem vorbestimmten Zeitraum, nachdem entschieden ist, dass eine der Bedingungen des Vorsichts-Modus erfüllt ist, zu einer Rotation in der Aufrollrichtung. Daher wird der Sicherheitsgurt 3 nur durch die Aufrollkraft der Spanneinrichtung 8 gespannt. Hiernach hält die CPU 42 den Elektromotor 40 an. Auf diese Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Vorsichts-Modus versetzt.

Im Warn-Modus wird der Sicherheitsgurt 3 beim Betrieb des Systems durch Aufrollen des Sicherheitsgurtes 3 mit der Antriebskraft des Elektromotors 40 mit einer ersten voreingestellten Gurtspannung (beispielsweise 20–30 N [2–3 kgf]) beaufschlagt. Die erste voreingestellte Gurtspannung wird auf eine Last so eingestellt, dass der Insasse das Ausziehen des Sicherheitsgurtes 3 spürt und es dem Insassen ermöglicht ist, sich bis zu einem gewissen Grad nach vorne zu bewegen. Auf diese Weise verwirklicht das System durch Aufrichten des Körpers des Insassens einen Effekt, der den Insassen wach hält. Da der Insasse das Ausziehen des Sicherheitsgurtes 3 spürt, kann dem Insassen weiterhin durch Erfühlen mit dem Körper eine Warnung zusätzlich zu den normalen Warneinrichtungen bewusst werden, wie beispielsweise einen Alarmton oder eine Warnlampe, wie später beschrieben wird.

In dem Warn-Modus wird der Insasse weiterhin durch einen Alarmton, eine Warnlampe oder beides aufmerksam gemacht. Die Bedingung, das Insassen-Rückhalteschutzsystem in dem Warn-Modus zu betreiben, ist zum ersten, dass das detektierte Objekt näher kommt, und dass eine sofortige Bewegung des Insassen notwendig ist, um dem Objekt auszuweichen.

Ein Entscheidungsverfahren, ob die Bedingung für den Betrieb in dem Warn-Modus erfüllt ist, ist im wesentlichen das gleiche. Den Sicherheitsabstand  $D_s$  erhält man durch die Gleichungen 1 und 2. Wenn der Sicherheitsabstand  $D_s$  größer ist als der relative Abstand  $D_r$ , wird entschieden, dass die Bedingung 1 erfüllt ist. In diesem Warn-Modus wird jedoch eine zweite, vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 2 m), die kürzer als die erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m) des Sicherheitsabstands  $D_s$  für den Vorsichts-Modus ist, anstelle der ersten, in den Gleichungen 1 und 2 verwendeten, vorgewählten Abstandsmarke verwendet, um den Sicherheitsabstand  $D_s$  zu bestimmen. Wenn entschieden ist, dass die Bedingung für den Warn-Modus erfüllt ist, wird das Insassen-Rückhaltesystem in dem Warn-Modus betrieben.

Um das Insassen-Rückhaltesystem in den Warn-Modus zu versetzen, steuert die CPU 42 den Elektromotor 40 wie beim Vorsichts-Modus zu einer langsamen Rotation in der Aufrollrichtung, nachdem ein Alarmton gegeben und/oder die Warnlampe angeschaltet wurde. Der Sicherheitsgurt 3 wird daher durch die Aufrollkraft der Spanneinrichtung 8 gespannt. Hiernach hält die CPU 42 den elektrischen Motor 40 an. Auf diese Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Warn-Modus versetzt.

Im Notfall-Modus wird der Sicherheitsgurt 3 beim Betrieb des Systems durch Aufwickeln des Sicherheitsgurtes 3 mit der Antriebskraft des Elektromotors 40 mit einer zweiten vorgewählten Gurtspannung (vorzugsweise größer als 50 N [5 kgf]), die größer als die erste vorgewählte Gurtspannung ist, beaufschlagt. Die zweite vorgewählte Gurtspannung ist auf eine Last so eingestellt, dass der Insasse die Spannung des Sicherheitsgurtes 3 eng anliegend spürt und dass der Beckengurteil des Sicherheitsgurtes bis zu einem gewissen Grad aufgerollt wird. Im Notfall-Modus wird der Insasse weiterhin durch einen Alarmton, eine Warnlampe oder beides aufmerksam gemacht.

Die Bedingung, das Insassen-Rückhalteschutzsystem in dem Notfall-Modus zu betreiben, ist zum ersten, dass der Insasse eine Kollision mit dem detektierten Objekt nicht vermeiden kann.

Um zu entscheiden, ob die Bedingung erfüllt ist, wird zunächst entschieden, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  höher als 10–20 km/h ist. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  höher als 10–20 km/h ist ( $V_s \geq 10\text{--}20\text{ km/h}$ ), werden die relative Geschwindigkeit  $V_r$  und der relative Abstand  $D_r$  zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt aus dem Objektdetektionssignal von dem Frontobjektdetektionssensor 43 bestimmt. Zusätzlich wird ein Abstand ( $V_r \cdot T_s$ ) basierend auf der relativen Geschwindigkeit  $V_r$  und umgewandelt mit einer vorbestimmten Abschlusszeit des Systems  $T_s$  (z. B. 0,3 Sek.) bestimmt. Mit einer dritten vorgewählten Abstandsmarke  $D_e'$  (z. B. 2 m) wird dann die Summe ( $V_r \cdot T_s + D_e'$ ) des mit der Abschlusszeit  $T_s$  umgewandelten Abstands ( $V_r \cdot T_s$ ) und der dritten vorgewählten Abstandsmarke  $D_e'$  bestimmt. Unabhängig davon, ob ein Fahrzeug als das Objekt vor dem Fahrzeug fährt oder nicht, wird, wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als die Summe ( $V_r \cdot T_s + D_e'$ ) (d. h.  $D_r \leq V_r \cdot T_s + D_e'$ ), entschieden, dass die Bedingung für den Notfall-Modus erfüllt ist. Wenn entschieden ist, dass die Bedingung für den Notfall-Modus erfüllt ist, wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Notfall-Modus versetzt.

Um das Insassen-Rückhaltesystem in den Notfall-Modus zu versetzen, steuert die CPU 42 den Elektromotor 40, nachdem Alarm gegeben und/oder die Warnlampe angeschaltet wurde, zu einer schnellen Rotation in der Aufrollrichtung, um

den Sicherheitsgurt 3 schnell aufzurollen. Die Aufrollgeschwindigkeit ist so eingestellt, dass sie geringer ist als die Abrollgeschwindigkeit des Sicherheitsgurts durch einen normalen Benutzer. Der Sicherheitsgurt 3 wird daher durch die Antriebskraft des Elektromotors 40 mit der zweiten vorgewählten Gurtspannung beaufschlagt. Hiernach hält die CPU 42 den Elektromotor 40 an. Auf diese Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Notfall-Modus versetzt.

5 Fig. 13 ist ein Blockschaltbild des Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel.

Wie in der Fig. 13 gezeigt ist, weist der Steuerungsblock des Gurtspannungsmechanismus 7 in der Hauptsache vier Blöcke auf: Eine Sensoreinheit 56, eine Eingabe-Arithmetikeinheit 57, eine Steuereinheit 58 und einen Objektüberwachungs- und Sensorteil 59.

10 Die Sensoreinheit 56, die ein Objekt detektiert, weist eine Vielzahl von Lampen 49 (LED oder LD) des Frontobjekt-detektionssensors 43 (Fig. 7), einen optischen Sensor (PSD) 52, eine lichtquellenseitige logische Schaltung 60 und lichtempfängerseitige Vorverstärker 61 auf. Das Licht von den Lampen 49 wird durch das Objekt reflektiert und dann durch den optischen Sensor 52 (PSD) empfangen. Der optische Sensor 52 wandelt das reflektierte Licht in ein elektrisches Signal um, das daraufhin durch die Vorverstärker 61 verstärkt und zu der Eingabe-Arithmetikeinheit 57 übertragen wird.

15 Die Sensoreinheit 56 wird so eingerichtet, dass ein Messabstand 30 bis 50 Meter von dem Objekt beträgt, ein detektierter Winkel  $\pm 30^\circ$  beträgt und Lichtstrahlen von den Lampen 49 fest oder abtastend angeordnet sein können. Es sollte bemerkt werden, dass die oben angegebenen Werte nicht beschränkt sind, so dass verschiedene Werte für die Sensoreinheit 56 eingerichtet werden können.

Die Eingabe-Arithmetikeinheit 57 weist eine Zeitsteuereinheit 62, Steuereinheiten für automatische Verstärkung 63, 20 einen Analog/Digital-Wandler (A/D) 64 und eine Arithmetikeinheit 65 auf. Die Zeitsteuereinheit 62 empfängt ein Steuersignal von der Steuereinheit 58 und überträgt die Steuersignale zum Anschalten der Lampen 49. Die Verstärkung des elektrischen Signals des reflektierten Lichts von der Sensoreinheit 56 wird durch die Steuereinheiten für automatische Verstärkung 63 gesteuert und wird durch den A/D-Wandler 64 in ein digitales Signal umgewandelt. Die Arithmetikeinheit 65 berechnet Positions- und Geschwindigkeitsvektoren des Objekts basierend auf dem elektrischen Signal des re- 25 flektierten Lichts, das in das digitale Signal umgewandelt ist, berechnet die relative Geschwindigkeit, den relativen Abstand, den Sicherheitsabstand und den Abstand, der der Systemabschlusszeit entspricht, und überträgt diese zu der Steuereinheit 58.

Die Steuereinheit 58 weist eine CPU-Steuereinheit 66 auf. Die CPU-Steuereinheit 66 überträgt ein Steuersignal zu der Zeitsteuereinheit 62 und der Arithmetikeinheit 65, um ein Objekt durch Verwendung eines hierin gespeicherten Objekt- 30 detektionsalgorithmus zu detektieren. Die CPU-Steuereinheit 66 entscheidet ebenfalls, welcher Modus für das Verhältnis zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt festgelegt ist und zwar durch Verwenden des Objektdetektionsalgorithmus basierend auf den Daten des Objekts, einem Sicherheitsgurtanlegesignal und einem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal, die von der Arithmetikeinheit 65 gesendet werden. Die CPU-Steuereinheit 66 überträgt das Steuersignal zu dem Objektüberwachungs- und Sensorteil 59, so dass dieser hinsichtlich des Gurtspannungssignals von dem Objektüberwachungs- und 35 Sensorteil 59 sich in dem festgelegten Modus befindet.

Der Objektüberwachungs- und Sensorteil 59 weist einen Gurtspannungsdetektionssensor 67, einen Sicherheitsgurt-Aufrollmechanismus 68 mit dem Elektromotor 40, einen Angurtschalter 69 und einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 auf. Der Gurtspannungsdetektionssensor 67 detektiert die Gurtspannung des Sicherheitsgurtes 3 (Fig. 1) und gibt an 40 die Steuereinheit 58 ein Detektionssignal aus. Der Sicherheitsgurt-Aufrollmechanismus 68 wird durch das Steuersignal von der Steuereinheit 58 aktiviert, um die Gurtspannung des Sicherheitsgurts 3 zu steuern. Weiterhin gibt der Angurtschalter 69 das Sicherheitsgurt-Anlegesignal an die Steuereinheit 58 aus, wenn der Insasse den Sicherheitsgurt 3 durch Einstecken der Zunge in die Schnalle anlegt. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 detektiert die Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs, um das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal an die Steuereinheit 58 auszugeben.

Fig. 14 zeigt die Synchronisierung des Betriebs des Insassen-Rückhaltesystems.

45 Wie in der Fig. 14 gezeigt ist, wird der Angurtschalter eingeschaltet, wenn der Insasse in dem Sitz des Fahrzeugs sitzt und die Zunge in die Schnalle einsteckt, um den Sicherheitsgurt 3 anzulegen. In diesem Zustand beträgt die Gurtspannung 5 N [0,5 kgf], was durch die Spanneinrichtung 8 festgelegt ist. Wenn das Fahrzeug gestartet und auf eine Geschwindigkeit von 10 km/h beschleunigt wird, wird der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 eingeschaltet.

Nach einem vorbestimmten Zeitraum, nachdem der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 70 eingeschaltet worden war, 50 rotiert der Elektromotor 40 für eine gewisse Zeit langsam in der Aufrollrichtung  $\beta$ , wodurch der Sicherheitsgurt 3 aufgerollt wird. Wenn die Gurtspannung ungefähr 20–30 N [2–3 kgf] erreicht, wird der Elektromotor 40 angehalten. Dem gemäß wird die Gurtspannung allmählich verringert. Nach einem kurzen Zeitraum, nachdem der Elektromotor 40 angehalten wurde, dreht sich der Elektromotor 40 langsam in der Abrollrichtung  $\alpha$ . Die Gurtspannung wird daher relativ schnell verringert und die Vorspannkraft der Spanneinrichtung 8 wird aufgehoben, so dass sie 0 N [kgf] beträgt und den Sicherheitsgurt in den spannungslosen Zustand versetzt. Wenn der Sicherheitsgurt in dem spannungslosen Zustand ist, wird der 55 Elektromotor 40 angehalten. Auf diese Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Komfort-Modus versetzt. In dem Komfort-Modus wird der Getriebehälter 26 gehalten, so dass der Sicherheitsgurt 3 in dem spannungslosen Zustand gehalten wird. Während normalen Fahrens wird das Insassen-Rückhaltesystem in dem Komfort-Modus gehalten.

Wenn sich der Insasse im Komfort-Modus derart bewegt, dass der Sicherheitsgurt 3 herausgezogen wird, wird der Si- 60 cherheitsgurt 3 mit der Vorspannkraft der Speicherfeder beaufschlagt, die in dem Getriebehälter 26 eingebaut ist. Die Vorspannkraft ist so eingestellt, dass sie geringer als 5 N [0,5 kgf] ist. Wenn der Insasse ruhig sitzt, wird der Sicherheitsgurt 3 aufgerollt, bis die Vorspannkraft durch die Spanneinrichtung 8 0 N [kgf] wird, so dass der Sicherheitsgurt wieder in dem spannungslosen Zustand ist.

Wenn eine der Bedingungen für den Betrieb in dem Vorsichts-Modus erfüllt ist, rotiert der Elektromotor 40 nach dem 65 vorbestimmten Zeitraum langsam in der Aufrollrichtung  $\beta$ . In diesem Fall wird der Halt des Getriebehälters 26 durch eine leichte Drehung des Elektromotors 40 aufgehoben. Die Wickelwelle 4 wird durch die Spanneinrichtung 8 vorgespannt, wodurch der Komfort-Modus aufgehoben wird. Wenn der Halt des Getriebehälters 26 aufgehoben ist, wird der Elektromotor 40 angehalten. Der Sicherheitsgurt 3 wird daher nur durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 gespannt. Auf

diese Weise ist das Insassen-Rückhaltesystem in den Vorsichts-Modus versetzt. In dem Vorsichts-Modus wird der Sicherheitsgurt 3, da die Gurtspannung nur durch die Kraft der Spanneinrichtung erzeugt wird, sogar wenn der Elektromotor 40 angehalten wird, in diesem Gurtspannungszustand gehalten.

Wenn die Bedingung für den Betrieb in dem Warn-Modus erfüllt ist, rotiert der Elektromotor 40 nach dem vorbestimmten Zeitraum langsam in der Aufrollrichtung  $\beta$ . Der Sicherheitsgurt 3 wird daher durch die Antriebskraft des Elektromotors 40 weiter gespannt. Wenn die Gurtspannung die erste vorgewählte Gurtspannung (20 bis 30 N) [2–3 kgf] erreicht, wird der Elektromotor 40 angehalten. Auf diese Weise wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Warn-Modus versetzt. In dem Warn-Modus wird, da der Elektromotor 40 angehalten ist, und der Getriebehälter 26 nicht gehalten wird, die Gurtspannung allmählich verringert. Die Gurtspannung des Sicherheitsgurts 3 gleicht sich schließlich dem Kraftniveau an, das durch die Spanneinrichtung 8 erzeugt wird.

Wenn die Bedingung für den Betrieb in dem Notfall-Modus erfüllt ist, rotiert der elektrische Motor 40 nach dem vorbestimmten Zeitraum schnell in der Aufrollrichtung  $\beta$ . Der Sicherheitsgurt 3 wird durch die Antriebskraft des elektrischen Motors 40 auf diese Weise weiter gespannt. Sobald die Gurtspannung die zweite vorgewählte Gurtspannung (größer als 50 N [5 kgf]) erreicht, wird der Elektromotor angehalten. Auf diese Weise wird der Notfall-Modus eingestellt. In dem Notfall-Modus wird, da der Elektromotor 40 angehalten ist und der Getriebehälter 26 in der gleichen Weise wie im Warn-Modus nicht gehalten ist, die Gurtspannung allmählich verringert. Die Gurtspannung des Sicherheitsgurtes 3 gleicht sich schließlich dem Kraftniveau an, das durch die Spanneinrichtung 8 erzeugt wird.

Wenn eine der Bedingungen für den Betrieb im Komfort-Modus erneut erfüllt wird, während das System in einem anderen Modus arbeitet, beispielsweise ein Fall, bei dem die Möglichkeit einer Kollision ausgeschaltet ist, wird das Insassen-Rückhaltesystem in der gleichen Weise wie oben beschrieben, in den Komfort-Modus versetzt.

Wenn die Bedingung für den Betrieb in dem Warn-Modus während des Komfort-Modus erfüllt wird, die Bedingung für den Betrieb in dem Notfall-Modus während des Komfort-Modus erfüllt wird, oder die Bedingung für den Betrieb in dem Notfall-Modus während des Vorsichts-Modus erfüllt wird, wird der Elektromotor 40 so gesteuert, dass er sich weiter in der Aufrollrichtung  $\beta$  dreht und das System wird in den Warn-Modus oder den Notfall-Modus versetzt.

Wenn eine der Bedingungen für den Betrieb in dem Vorsichts-Modus während des Warn-Modus oder des Notfall-Modus erfüllt wird, wird, da der Elektromotor angehalten ist und die Gurtspannung daher in dem Warn-Modus oder dem Notfall-Modus oder auch dem Vorsichts-Modus nur durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 erzeugt wird, das System ohne eine Rotation des Elektromotors 40 in den Vorsichts-Modus versetzt.

Wenn die Bedingung für den Betrieb in dem Warn-Modus während des Notfall-Modus erfüllt wird, wird, da die Gurtspannung in dem Notfall-Modus nur durch die Kraft der Spanneinrichtung 8 erzeugt wird, der Elektromotor 40 so gesteuert, dass er sich in Aufrollrichtung  $\beta$  dreht. In der gleichen Weise wie beim Einstellen des Vorsichts-Modus wird der Elektromotor 40 angehalten, wenn die Gurtspannung die erste voreingewählte Gurtspannung erreicht.

Wenn der Insasse das Fahrzeug anhält und den Eingriff zwischen der Schnalle und der Zunge löst, ist die Bedingung für den Betrieb in dem Vorsichts-Modus erfüllt. In der gleichen, oben erwähnten, Weise wie beim Einstellen des Vorsichts-Modus wird der Elektromotor 40 so gesteuert, dass er sich nach vorbestimmten Zeitraum langsam für einen kurzen Zeitraum in der Aufrollrichtung  $\beta$  dreht und dadurch den Halt des Getriebehälters 26 aufhebt. Die Wickelwelle 4 wird daher nur durch die Vorspannkraft der Spanneinrichtung 8 vorgespannt, so dass der Sicherheitsgurt 3 durch die Vorspannkraft aufgerollt wird. Nach dem vorbestimmten Zeitraum (einige Sekunden) nachdem der Elektromotor 40 angehalten wurde, wird der elektrische Motor 40 so gesteuert, dass er sich erneut für einen kurzen Zeitraum in der Aufrollrichtung  $\beta$  dreht, wodurch der Sicherheitsgurt 3 vollständig auf die Wickelwelle 4 aufgewickelt wird.

Es sollte einsichtig sein, dass das Insassen-Rückhaltesystem in jedem Modus, ganz zu schweigen von dem Komfort-Modus, dieselben, oben erwähnten, Funktionen wie die konventionelle Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung erfüllen kann, d. h. die Funktionen der Sicherheitsgurtarretierung 5, des Verzögerungs-Sensors 6 und der Sperrklinke 10.

Obwohl die Gurtspannung in dem oben erwähnten Ausführungsbeispiel, nachdem die erste oder zweite vorgewählte Gurtspannung zur Versetzung in den Warn-Modus oder den Notfall-Modus erreicht ist, allmählich verringert wird, kann die Gurtspannung gemäß der vorliegenden Erfindung während des Warn-Modus oder des Notfall-Modus auch auf der ersten und zweiten Gurtspannung gehalten werden. In diesem Fall wird die Drehung des Elektromotors 40 in geeigneter Weise, beispielsweise durch Pulssteuerung gesteuert.

Auch wenn das oben erwähnte Ausführungsbeispiel vier Modi für das Insassen-Rückhaltesystem aufweist, ist die Anzahl der Modi nicht auf diese Anzahl beschränkt. Beispielsweise können der Vorsichts-Modus und der Warn-Modus zu einem Modus kombiniert werden, so dass für das Insassen-Rückhaltesystem drei Modi verfügbar sind.

Die Fig. 15a und 15b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 15a zeigt eine schematische Teilansicht der linken Seite eines Fahrzeugs. Fig. 15b zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie XVB-XVB der Fig. 15a. Es sollte bemerkt werden, dass gleiche Komponenten, wie die Komponenten des zuvor erwähnten Ausführungsbeispiels, gleich nummeriert sind; so dass die Einzelteilbeschreibungen für gleiche Komponenten weggelassen werden.

Ein Insassen-Rückhaltesystem für ein Fahrzeug gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist ein System zur Steuerung einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung entsprechend dem Zustand des Fahrzeugs relativ zu einem Objekt auf der rechten oder linken Seite des Fahrzeugs. Wie in den Fig. 15a und 15b gezeigt ist, ist das Fahrzeug mit linken und rechten Objektdetektionssensoren 75, 76 versehen, die längs der Öffnungskanten der Fenster 73, 74 der linken und rechten Fronttüren 71, 72 innenraumseitig an den Fenstern 73, 74 angeordnet sind. Der linke Objektdetektionssensor 75 detektiert ein Objekt auf der linken Seite des Fahrzeugs und der rechte Objektdetektionssensor 76 detektiert ein Objekt auf der rechten Seite des Fahrzeugs. Die linken und rechten Objektdetektionssensoren 75, 76 können auch an allen anderen Bereichen als den Öffnungskanten der Fenster der linken und rechten Fronttüren 71, 72 angeordnet sein, solange es den linken und rechten Objektdetektionssensoren 75, 76 nur ermöglicht ist, Objekte auf den linken und rechten Seiten des Fahrzeugs zu detektieren.

Die linken und rechten Objektdetektionssensoren 75, 76 können in der gleichen Weise wie der Frontobjektdetektionssensor 43 zum Detektieren eines Objekts vor dem Fahrzeug, wie in den Fig. 7, 8a und 8b gezeigt, aufgebaut sein. Obwohl

die Beschreibung für die Verwendung eines optischen Sensors gegeben wird, sollte bemerkt werden, daß andere Objektdetektoren, die beispielsweise Millimeterwellen, Ultraschallwellen oder Bilderkennung verwenden, als linke und rechte Objektdetektionssensoren 75, 76 verwendet werden können.

Obwohl Lampen von Lichtquellen und optische Sensoren der lichtempfangenden Teile nicht dargestellt sind, sind diese mit der CPU 42 in der gleichen Weise wie die Lampen 49 der Lichtquelle und der optische Sensor 52 des lichtempfangenden Teiles der Frontobjektdetektionssensors 43 verbunden, so daß das Ein- und Ausschalten der Lampen durch die Steuersignale von der CPU 42 gesteuert wird und die Objektdetektionssignale von den optischen Sensoren zu der CPU 42 übertragen werden.

Das Insassen-Rückhaltesystem dieses Ausführungsbeispiels weist drei Modi auf. Ein Komfort-Modus, ein Warn-Modus und ein Notfall-Modus werden zur Steuerung des Auf- und Abrollens der Sicherheitsgurts 3 eingestellt. Die Aufrollkräfte, die in dem Komfort-Modus, dem Warn-Modus und dem Notfall-Modus eingestellt sind, werden auf dieselben jeweiligen Werte festgelegt, wie die Aufrollkräfte für den Sicherheitsgurt 3 bei den Modi für die Berücksichtigung eines Objekts vor dem Fahrzeugs wie unter Bezugnahme auf Fig. 12 beschrieben.

Die Bedingungen, um das Insassen-Rückhaltesystem in jeden der zuvor erwähnten Modi zu versetzen, sind in der folgenden Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

Modus
$Ssr \leq \delta$ Notfall-Modus
$\delta \leq Ssr \leq \epsilon$ Warn-Modus
$\epsilon \leq Ssr$ Komfort-Modus

Beispiele:  $\delta = 0.2$  Sek.  $\epsilon = 0.5$  Sek.

Basierend auf dem Wert des Zeitraums bis zur Kollision Ssr, der der Position des Fahrzeugs relativ zu einem Objekt auf einer Seite des Fahrzeugs entspricht, wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Notfall-Modus versetzt, wenn der Zeitraum bis zur Kollision Ssr geringer ist als der erste voreingestellte Wert  $\delta$  sek. (z. B. 0,2 Sek.), es wird das System in den Warn-Modus versetzt, wenn der Zeitraum bis zur Kollision Ssr größer als der erste vorgewählte Wert  $\delta$  und geringer als der zweite vorgewählte Wert  $\epsilon$  Sek., ist und es wird das System in den Komfort-Modus versetzt, wenn der Zeitraum bis zur Kollision Ssr größer ist als der zweite vorgewählte Wert  $\epsilon$  Sek. ( $\epsilon \geq \delta$ ; z. B.  $\epsilon = 0.5$  Sek.)

Um den Zeitraum bis zur Kollision Ssr zu bestimmen, wenn ein Objekt auf einer Seite des Fahrzeugs detektiert wird, werden zunächst der relative Abstand Dsr und die relative Geschwindigkeit Vsr zwischen dem Fahrzeug und dem detektierten Objekt bestimmt.

Daraufhin wird der Zeitraum bis zur Kollision Ssr unter Verwendung von Gleichung 3 mit diesen Werten Dsr und Vsr wie folgt berechnet.

Gleichung 3

$$Ssr = Dsr/Vsr$$

Ssr: Zeitraum bis zur Kollision

Dsr: Relativer Abstand in Seitenrichtung

Vsr: Relative Geschwindigkeit in Seitenrichtung

In diesem Ausführungsbeispiel werden die Objektdetektionssignale sowohl von den linken als auch den rechten Objektdetektionssensoren 75, 76 zu der CPU 42 übertragen und es wird durch Verwendung eines logischen ODER der linken und rechten Objektdetektionssignale entschieden, in welchen Modus das System versetzt wird. D. h., wenn ein Objekt entweder auf der linken Seite oder der rechten Seite des Fahrzeugs, oder auf beiden Seiten, detektiert wird, wird entsprechend den Objektdetektionssignalen entschieden, einen der Modi einzustellen. Falls Objekte auf beiden Seiten detektiert werden und aufgrund des Zustands zwischen einem der Objekte und dem Fahrzeug für den Komfort-Modus entschieden wird und aufgrund der Relativposition zwischen dem anderen Objekt und dem Fahrzeug für den Warn-Modus oder Notfall-Modus entschieden wird, wird das Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem in den Warn-Modus oder den Notfall-Modus versetzt. Falls aufgrund der Relativposition zwischen einem der Objekte und dem Fahrzeug für den Warn-Modus entschieden wird und aufgrund der Relativposition zwischen dem anderen Objekt und dem Fahrzeug für den Notfall-Modus entschieden wird, wird das Fahrzeug in den Notfall-Modus versetzt. Wenn für jeweilige Seiten auf verschiedene Modi entschieden wird, wird das Insassen-Rückhaltesystem demnach in einen Modus mit größerer Gurtspannung versetzt.

Wenn jedoch auf beiden Seiten des Fahrzeugs kein Objekt detektiert wird, sind sowohl der relative Abstand in Seitenrichtung Dsr als auch die relative Geschwindigkeit in Seitenrichtung Vsr beide null. In diesem Fall kann der Zeitraum bis



zur Kollision Ssr unter Verwendung von Gleichung 3 nicht berechnet werden. Wenn auf beiden Seiten des Fahrzeugs kein Objekt detektiert wird, wird in diesem Ausführungsbeispiel daher das Insassen-Rückhaltesystem in den Komfort-Modus versetzt. Mit anderen Worten wird, wenn sowohl der relative Abstand Dsr und die relative Geschwindigkeit Vsr beide null sind, der Zeitraum bis zur Kollision Ssr auf einen vorbestimmten Wert  $\gamma$  Sek eingestellt, der größer ist als der zweite vorgewählte Wert  $\epsilon$  (z. B. wenn  $\epsilon = 0,5$  Sek. ist, ist  $\gamma = 1,0$  Sek).

Wenn ein Objekt von einer Seite schräg auf das Fahrzeug zukommt, werden die Komponenten in den Seitenrichtungen des Fahrzeugs als der relative Abstand in Seitenrichtung Dsr und die relative Geschwindigkeit in Seitenrichtung Vsr in der Gleichung 3 verwendet, um den Zeitraum bis zur Kollision Ssr zu bestimmen. Unter Verwendung des bestimmten Zeitraumes bis zur Kollision Ssr wird basierend auf den in Tabelle 1 gezeigten Bedingungen in der gleichen Weise wie oben entschieden, welcher Modus für das Insassen-Rückhaltesystem einzustellen ist. Wenn beispielsweise ein entgegenkommendes Fahrzeug auf der inneren Spur einer Kurve fährt, während das Fahrzeug auf der äußeren Spur der Kurve fährt, werden die Komponenten in die Seitenrichtungen des Fahrzeugs als der relative Abstand Dsr und die relative Geschwindigkeit Vsr verwendet, um den Zeitraum bis zur Kollision Ssr in der gleichen Weise wie in dem Fall, wenn sich das Objekt dem Fahrzeug von einer Seite schräg nähert, zu bestimmen. Da hier die Möglichkeit besteht, daß das entgegenkommende Fahrzeug dem Fahrzeug deutlich näher kommt und daß das entgegenkommende Fahrzeug über die Mittellinie fährt, wenn beispielsweise die Geschwindigkeit des entgegenkommenden Fahrzeugs relativ hoch ist, können in diesem Fall entweder der Komfort-Modus oder der Notfall-Modus für das Fahren einer Kurve eingestellt werden. Mit anderen Worten wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Komfort-Modus versetzt, wenn der Zeitraum bis zur Kollision Ssr größer ist als der zweite vorgewählte Wert  $\epsilon$ , und das System wird in den Notfall-Modus versetzt, wenn der Zeitraum bis zur Kollision Ssr geringer ist als der zweite vorgewählte Wert  $\epsilon$ . Es gibt einige Verfahren, um zu detektieren, daß das Fahrzeug in einer Kurve fährt, beispielsweise durch Detektieren des Winkels des Steuerrads durch einen Steuerwinkelsensor.

Wenn das Fahrzeug und ein entgegenkommendes Fahrzeug gerade aneinander vorbeifahren, ist überdies die relative Geschwindigkeit in Seitenrichtung Vsr null. Da der Zeitraum bis zur Kollision Ssr daher größer ist als der vorgewählte Wert  $\epsilon$  gemäß Gleichung 3, wird das Insassen-Rückhalteschutzsystem in den Komfort-Modus versetzt.

Da die anderen Funktionseinheiten, ein Gurtspannungssteuerungsverfahren, ein Steuerungsblock und eine Zeitsteuerung die gleichen sind wie die des zuvor erwähnten Ausführungsbeispiels, wird deren Beschreibung weggelassen.

Fig. 16 ist eine perspektivische Ansicht, die einen Teil eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt. Es sollte bemerkt werden, daß den Komponenten des zuvor erwähnten Ausführungsbeispiels entsprechende Komponenten gleich numeriert sind, so daß die Einzelteilbeschreibungen für diese Komponenten weggelassen werden.

Ein Insassen-Rückhaltesystem für ein Fahrzeug gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist ein System zur Steuerung einer Sicherheits-Aufrollleinrichtung entsprechend dem Zustand des Fahrzeugs relativ zu einem Objekt hinter dem Fahrzeug. Wie in der Fig. 16 gezeigt ist, ist das Fahrzeug mit einem Heckobjektdetektionssensor 79 versehen, der bei diesem Ausführungsbeispiel an der rückwärtigen Windschutzscheibe 78 innenraumseitig unmittelbar oberhalb einer rückwärtigen Hutablage 77 angeordnet ist. Der Rückobjektdetektionssensor 79 detektiert ein Objekt hinter dem Fahrzeug. Der Rückobjektdetektionssensor 79 kann auf auch in jedem anderen Bereich als oberhalb der hinteren Hutablage 77 angeordnet sein, solange es dem Rückobjektdetektionssensor 79 nur möglich ist, ein Objekt hinter dem Fahrzeug zu detektieren.

Der Rückobjektdetektionssensor 79 kann in gleicher Weise wie der Frontobjektdetektionssensor 43 zum Detektieren eines Objektes vor dem Fahrzeug aufgebaut sein, wie er in den Fig. 7, 8a und 8b gezeigt ist. Es sollte bemerkt werden, daß, obwohl die Beschreibung für die Verwendung eines optischen Sensors gegeben wird, andere Objektdetektoren, die beispielsweise Millimeterwellen, Ultraschallwellen oder Bilderkennung verwenden, als Rückobjektdetektionssensoren 79 verwendet werden können.

Auch wenn die Lampen der Lichtquellen und ein optischer Sensor eines lichtempfangenden Teils nicht dargestellt sind, sind diese mit der CPU 42 in der gleichen Weise wie die Lampen 49 der Lichtquelle und der optische Sensor 52 des lichtempfangenden Teils des Frontobjektdetektionssensors 43 verbunden, so daß das Ein- und Ausschalten der Lampen durch die Steuersignale von der CPU 42 gesteuert wird und ein Objektdetektionssignal von dem optischen Sensor zu der CPU 42 übertragen wird.

Das Insassen-Rückhaltesystem dieses Ausführungsbeispiels weist vier Modi auf. Ein Komfort-Modus, ein Vorsichts-Modus, ein Warn-Modus und ein Notfall-Modus werden in der gleichen Weise eingestellt, wie das Steuern des Auf- und Abrollens des Sicherheitsgurts 3 unter Berücksichtigung des Objekts vor dem Fahrzeug gemäß dem Ausführungsbeispiel, das in Bezug auf Fig. 12 beschrieben wurde, und die Aufrollkräfte sind ebenfalls auf dieselben Werte wie bei dem in Bezug auf Fig. 12 beschriebenen Ausführungsbeispiel eingestellt.

Wie in der Fig. 17 gezeigt ist, sind die drei Bedingungen, die für das Betreiben des Insassen-Rückhaltesystems in dem Komfort-Modus festgesetzt sind, folgende: (1) daß kein Objekt detektiert wird; (2) daß ein detektiertes Objekt nicht näher kommt, und (3), daß beim Näherkommen eines Objekts der Insasse genügend Zeit hat, dem Objekt auszuweichen oder der Insasse dem Objekt bereits ausweicht.

Um zu entscheiden, daß eine der Bedingungen des Komfort-Modus erfüllt ist, stellt die CPU 42 fest, daß von dem Rückobjektdetektionssensor 79 kein Objektdetektionssignal ausgegeben wird, daß die Differenz zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Geschwindigkeit des Objekts, d. h. die relative Geschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt, null oder größer ist, d. h. die relative Geschwindigkeit  $\geq 0$  ist, falls von dem Rückobjektdetektionssensor 79 das Objektnachweissignal ausgegeben wird, oder daß kein anderer Modus eingestellt ist.

Zwei festgelegte Bedingungen, um das Insassen-Rückhaltesystem in dem Vorsichts-Modus zu betreiben, sind: (1) daß der Insasse den Sicherheitsgurt 3 trägt oder abnimmt, und (2) daß, wenn ein detektiertes Objekt näher kommt, während das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 bis 20 km/h fährt, der Insasse nicht genügend Zeit hat, dem Objekt auszuweichen.

Um zu entscheiden, daß eine der Bedingungen erfüllt ist, wird die erste Bedingung bewertet, indem detektiert wird, ob der Eingriff zwischen der Zunge und der Schnalle vorhanden oder gelöst ist. D. h., daß ein Detektionssensor wenigstens in der Zunge oder der Schnalle installiert ist, damit durch ein Ausgabesignal des Detektionssensors bewertet werden

kann, ob der Eingriff zwischen der Zunge und der Schnalle vorhanden oder gelöst ist.

Auf der anderen Seite wird die zweite Bedingung dadurch bewertet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  größer als 10 bis 20 km/h ist ( $V_s \geq 10$  bis 20 km/h). Wenn entschieden ist, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  größer als 10–20 km/h ist, werden der relative Abstand  $D_r$  und die relative Geschwindigkeit  $V_r$  zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt in der Front-Rück-Richtung aus dem Objektdetektionssignal von dem Rückobjektdetektionssensor 79 bestimmt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  höher ist als die relative Geschwindigkeit  $V_r$  und die relative Geschwindigkeit  $V_r$  positiv ist ( $V_s > V_r \geq 0$ ), (i) wird entschieden, daß das Objekt ein nachfolgendes Fahrzeug ist, das in der gleichen Richtung fährt und daß der relative Abstand sich gegebenenfalls geringfügig vergrößert, d. h., der Fall des Hinterherfahrens. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  geringer ist als die relative Geschwindigkeit  $V_r$ , (ii) wird entschieden, daß das Objekt ein stationäres oder ein nahekommendes Fahrzeug ist.

Fall (i), d. h. Hinterherfahren

Der Sicherheitsabstand  $D_s$  zu dem nachfolgenden Fahrzeug wird, wenn das Fahrzeug mit der gleichen Beschleunigung  $a$  (beispielsweise 4–6 m/sec<sup>2</sup>) beschleunigt wird, durch die Gleichung 4 wie folgt bestimmt:

Gleichung 4

$$D_s = V_s \cdot T_d - a \cdot T_d^2 + D_e$$

$V_s$ : Fahrzeuggeschwindigkeit

$D_s$ : Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen

$T_d$ : Reaktionszeit des Fahrers (0,5–1,0 Sek)

$a$ : Vorgewählte Beschleunigung (z. B. 4–6 m/sec<sup>2</sup>)

$D_e$ : Erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m)

Wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als der Sicherheitsabstand  $D_s$  ( $D_r \leq D_s$ ), wird entschieden, daß die zwei Bedingungen erfüllt sind.

Fall (ii), d. h. stationäres oder nahekommendes Fahrzeug

Der Sicherheitsabstand  $D_s$  von dem stationären oder nahekommenden Fahrzeug wird, wenn das Fahrzeug mit der gleichen Beschleunigung  $a$  beschleunigt wird durch Gleichung 5 wie folgt bestimmt:

Gleichung 5

$$D_s = V_s T_d - V_r^2/2a + D_e$$

$V_s$ : Fahrzeuggeschwindigkeit

$D_s$ : Sicherheitsabstand von dem Objekt

$T_d$ : Reaktionszeit des Fahrers (0,5 bis 1,0 Sekunden)

$a$ : Vorgewählte Beschleunigung (z. B. 4–6 m/sec<sup>2</sup>)

$D_e$ : Erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m)

Wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als der Sicherheitsabstand  $D_s$  ( $D_r \leq D_s$ ), wird entschieden, daß die zwei Bedingungen erfüllt sind.

Die Bedingung, um das Insassen-Rückhalteschutzsystem in dem Warn-Modus zu betreiben, ist (1), daß das detektierte Objekt näher kommt und eine sofortige Reaktion des Insassen notwendig ist, um dem Objekt auszuweichen.

Ein Verfahren, um zu entscheiden, ob die Bedingung für den Betrieb in dem Warn-Modus erfüllt ist, ist im wesentlichen das gleiche wie für den Vorsichts-Modus. Der Sicherheitsabstand  $D_s$  wird unter Verwendung der Gleichungen 4 und 5 bestimmt. Wenn der relative Abstand  $D_r$  geringer ist als der Sicherheitsabstand  $D_s$  wird entschieden, daß die Bedingung (1) erfüllt ist. In diesem Warn-Modus wird jedoch eine zweite vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 2 m), die kürzer ist als die erste vorgewählte Abstandsmarke (z. B. 5 m) des Sicherheitsabstands  $D_s$  für den Vorsichts-Modus, anstelle der ersten vorgewählten Abstandsmarke in den Gleichungen 4 und 5 verwendet, um den Sicherheitsabstand  $D_s$  zu bestimmen.

Die Bedingung für den Betrieb des Insassen-Rückhalteschutzsystems in dem Notfall-Modus ist (1), daß der Insasse eine Kollision mit dem detektierten Objekt nicht vermeiden kann.

Um zu entscheiden, ob die Bedingung erfüllt ist, wird zunächst entschieden, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  geringer ist als 10 bis 20 km/h. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_s$  geringer ist als 10 bis 20 km/h ( $V_s \leq 10$  bis 20 km/h), werden die relative Geschwindigkeit  $V_r$  und der relative Abstand  $D_r$  zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt aus dem Objektdetektionssignal von dem Rückobjektdetektionssensor 29 bestimmt. Auf der anderen Seite wird ein Abstand ( $V_r \cdot T_s$ ), der mit einer vorbestimmten Abschlußzeit  $T_s$  (z. B. 0,3 Sekunden) des Systems umgewandelt ist, basierend auf der relativen Geschwindigkeit  $V_r$  bestimmt. Mit einer dritten vorgewählten Abstandsmarke  $D_e'$  (z. B. 2 m) wird dann die Summe ( $V_r \cdot T_s + D_e'$ ) des umgewandelten Abstands ( $V_r \cdot T_s$ ) der Abschlußzeit  $T_s$  und der dritten vorgewählten Abstandsmarke  $D_e'$  bestimmt. Unabhängig davon, ob das Objekt ein nachfolgendes Fahrzeug ist oder nicht, wird, wenn der relative Abstand  $D_r$  kleiner ist als die Summe ( $V_r \cdot T_s + D_e'$ ) (d. h.  $D_r \leq V_r \cdot T_s + D_e'$ ), entschieden, daß die Bedingung für den Notfall-Modus erfüllt ist.

Da die Betriebsvorgänge, um das Insassen-Rückhaltesystem in die jeweiligen Modi zu versetzen, in diesem Ausführungsbeispiel dieselben sind wie die Betriebsvorgänge im Fall des Objekts vor dem Fahrzeug und die anderen Funktionseinheiten, wie ein Gurtspannungssteuerungsverfahren, ein Steuerungsblock und eine Zeitsteuerung dieselben sind wie

die des zuvor erwähnten Ausführungsbeispiels, werden deren Beschreibungen weggelassen.

Fig. 18 ist eine perspektivische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, die teilweise aufgeschnitten ist, und die Fig. 19a und 19b sind Ansichten, um den Betrieb dieses Ausführungsbeispiels zu erklären. Es sollte bemerkt werden, daß Komponenten, die gleich sind wie die Komponenten der zuvor erwähnten Ausführungsbeispiele, gleich nummeriert sind, so daß die Einzelteilbeschreibungen für die Komponenten weggelassen werden.

Ein Insassen-Rückhaltesystem für ein Fahrzeug gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist ein System, um eine Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung zu steuern, wenn sich das Fahrzeug überschlägt. Ein Überschlagdetektionssensor 80 (der einem Fahrzeugzustandsdetektor entspricht) wie er in der Fig. 18 gezeigt ist, ist in die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung oder die CPU 42 eingebaut. Der Überschlagdetektionssensor 80 kann an anderen Bereichen als der Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung oder der CPU 42 angeordnet sein, falls es dem Überschlagdetektionssensor 80 nur ermöglicht ist, zu erkennen, ob sich das Fahrzeug überschlägt.

Wie in der Fig. 18 gezeigt ist, weist der Überschlagdetektionssensor 80 ein Standgewicht 83 mit einem Durchgangsloch 82, das sich axial in dessen Mitte erstreckt, einen Lichtstrahler 84, der Licht emittiert (z. B. Infrarot-Strahlen, wie durch einen Pfeil dargestellt), das durch das Durchgangsloch 82 übertragen wird, wenn das Standgewicht 83 aufrecht steht, und einen Lichtempfänger 85 auf, um das Licht zu empfangen, das durch das Durchgangsloch 82 übertragen wird, wenn das Standgewicht 83 aufrecht steht.

Das Standgewicht 83 weist einen Abschnitt 83a mit großem Durchmesser, dessen Querschnitt kreisförmig ist, und einen Abschnitt 83b mit kleinem Durchmesser auf, dessen Querschnitt ebenfalls kreisförmig ist. Das Standgewicht 83 ist angeordnet, um in einem Gehäuse 81 aufrecht zu stehen, so daß der Abschnitt 83a mit großem Durchmesser oberhalb des Abschnitts 83b mit kleinem Durchmesser angeordnet ist. Der Lichtstrahler 84 und der Lichtempfänger 85 sind mit der CPU 42 verbunden. Das von dem Lichtstrahler 84 emittierte Licht wird durch Steuersignale von der CPU 42 gesteuert und das von dem Lichtempfänger 85 empfangene Licht wird in ein elektrisches Signal umgewandelt und an die CPU 42 ausgegeben.

Das Standgewicht 83 steht, wie in der Fig. 19a gezeigt, in dem normalen Zustand, wenn sich das Fahrzeug nicht überschlägt, aufrecht. Wenn das Standgewicht 83 aufrecht steht, sind die optische Achse  $\zeta$  des Lichtstrahlers 84, die Achse  $\eta$  eines Lochs (nicht nummeriert) des Gehäuses 81, die Achse  $\eta$  des Durchgangslochs 82 des Standgewichts 83 und die optische Achse  $\zeta$  des Lichtempfängers 85 alle auf einer Linie angeordnet. Das von dem Lichtstrahler 84 emittierte Licht (dargestellt durch nichtnummerierte Pfeile) wird daher von dem Lichtempfänger 85 durch das Loch des Gehäuses 81 und das Durchgangsloch 82 des Standgewichts 83 empfangen. D. h., daß sich das Fahrzeug, wenn das Licht von dem Lichtstrahler 84 durch den Lichtempfänger 85 empfangen wird, nicht überschlägt, so daß der Überschlagdetektionssensor 80 einen Nichtüberschlagzustand des Fahrzeugs detektiert.

Wenn sich das Fahrzeug überschlägt, kippt das Standgewicht 83 bei einem Winkel, der einen vorbestimmten Winkel überschreitet, bis der Abschnitt 83a mit großem Durchmesser des Standgewichts 83 in Kontakt mit dem Gehäuse 81 kommt, wie in der Fig. 19b gezeigt ist. Wenn sich das Standgewicht 83 in diesem Zustand befindet, wird die Achse  $\eta$  des Durchgangslochs 82 des Standgewichts 83 gegenüber der optischen Achse  $\zeta$  des Lichtstrahlers 84, der Achse  $\eta$  des Lochs (nicht nummeriert) des Gehäuses 81 und der optischen Achse  $\zeta$  des Lichtempfängers 85 verschoben, und ist mit diesen nicht mehr auf einer Linie angeordnet. Da das von dem Lichtstrahler 84 emittierte Licht entlang des Durchgangslochs 82 des Standgewichts übertragen wird, nachdem es durch das Loch des Gehäuses 81 übertragen wurde, wird das Licht aus der optischen Achse  $\zeta$  des Lichtempfängers 85 verschoben, so daß das Licht durch den Lichtempfänger 85 nicht empfangen wird, wie durch einen Pfeil 86 gezeigt ist. Anders gesagt, wenn das Licht von dem Lichtstrahler 84 nicht durch den Lichtempfänger 85 empfangen wird, überschlägt sich das Fahrzeug und der Überschlagdetektionssensor 80 detektiert, daß sich das Fahrzeug überschlägt.

Weiterhin kippt das Standgewicht 83 in diesem Ausführungsbeispiel überdies, wie in der Fig. 20 gezeigt ist, sogar, wenn sich das Fahrzeug nicht überschlägt, so daß das Licht von dem Lichtstrahler 84 nicht von dem Lichtempfänger 85 empfangen wird, nämlich wenn die Zentrifugalkraft des in einer Kurve scharf wendenden Fahrzeugs einen bestimmten Wert überschreitet, wenn die Trägheitskraft bei einer Notbremsung des Fahrzeugs einen vorbestimmten Wert überschreitet oder wenn die Aufprallkraft bei einer Kollision in irgendeiner Richtung einen vorbestimmten Wert überschreitet.

Da die anderen Strukturen, ein Gurtspannungssteuerungsverfahren, ein Steuerblock und eine Zeitsteuerung gleich sind wie die der zuvor erwähnten Ausführungsbeispiele, werden deren Beschreibungen weggelassen.

In diesem Ausführungsbeispiel ist das Standgewicht 83 so eingestellt, daß es nicht kippt, wenn das Fahrzeug einen stark schrägen Hang hinauf- oder herabfährt oder sogar wenn das Fahrzeug eine Kurve mit einer deutlichen, stark kippenden Überhöhung fährt. Auf diese Weise wird verhindert, daß das Insassen-Rückhaltesystem unnötigerweise in den Notfall-Modus versetzt wird. Das Standgewicht 83 kann jedoch so eingestellt sein, daß es sogar in den oben erwähnten Fällen kippt. In diesem Fall wird das Insassen-Rückhaltesystem in den Notfall-Modus sogar dann versetzt, wenn das Fahrzeug wie in den obigen Fällen stark kippt, wodurch der Insasse durch den Sicherheitsgurt weiter sicher zurückgehalten wird.

Obwohl in diesem Ausführungsbeispiel der Abschnitt 83b mit kleinem Durchmesser des Standgewichts 83 mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgebildet ist, kann der Abschnitt 83b mit kleinem Durchmesser mit einem Querschnitt verschiedener Formen ausgebildet sein, wie beispielsweise einer Ellipse, einem Quadrat, einem Rechteck und einem Viereck. In diesem Fall, da der Abschnitt 83b mit kleinem Durchmesser derart geformt ist, daß dem Standgewicht 83 ein leichtes Kippen in einer vorbestimmten Richtung ermöglicht wird, kann der Überschlagdetektionssensor 80 eine hohe Detektionsempfindlichkeit in der vorbestimmten Richtung bereitstellen. Es ist daher möglich, den Modus des Insassen-Rückhaltesystems entsprechend der Richtung des Fahrzeugs zu ändern, wodurch eine feinere Steuerung verwirklicht ist.

Obwohl in den obigen Ausführungsbeispielen die Gurtspannung nur entsprechend einem der Zustände und Positionen gesteuert wird; wie beispielsweise der Position des Fahrzeugs relativ zu einem Objekt vor oder hinter dem Fahrzeug, der Position des Fahrzeugs relativ zu einem Objekt auf der rechten oder linken Seite des Fahrzeugs oder dem Fahrzeugzustand, kann die Gurtspannung gemäß der vorliegenden Erfindung entsprechend einer Vielzahl von Zuständen und Positionen aus den obigen Zuständen und Positionen gesteuert werden. In diesem Fall wird die Gurtspannung unter Verwendung ei-

nes logischen ODER einer Vielzahl von Modi gesteuert, die basierend auf der Vielzahl der Zustände und Positionen eingestellt werden. Wenn eine Vielzahl von Modi, die für denselben Zeitraum eingestellt sind, verschiedene Spannungen bereitstellen, wird, um die Gurtspannungssteuerung durchzuführen, ein Modus ausgewählt, der eine größere Gurtspannung bereitstellt.

5 Weiterhin können die Wickelwelle 4, die Sicherheitsgurtarretierung 5, der Verzögerungs-Sensor 6 und die Spanneinrichtung 8, die in der Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung der obigen Ausführungsbeispiele verwendet werden, von anderer bekannter Art sein. Wenn die Wickelwelle 4 durch den elektrischen Motor 40 bezüglich der Messung des Aufrollmaßes des Gurtbands der Wickelwelle 4 und der Verzögerung des Fahrzeugs in dem normalen Zustand gesteuert wird, können die zentrale Prozessoreinheit 42, der Objektdetektor, der Verzögerungs-Sensor 6 und die Spanneinrichtung 8 weggelassen werden.

10 Obwohl in den obigen Ausführungsbeispielen der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 den elektrischen Motor 40, den ersten Getriebeübertragungsmechanismus 38, die antriebsseitige Getriebekupplung 30, die abtriebsseitige Getriebekupplung 32 und den zweiten Getriebeübertragungsmechanismus 39 aufweist, ist gemäß der vorliegenden Erfindung der Gurtspannungssteuerungsmechanismus 7 nicht hierauf beschränkt und kann einen Motor aufweisen, beispielsweise einen Ultraschallmotor, wie er in der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 59-122385/1984 beschrieben ist, der durch die CPU gesteuert ist, um anzuhalten, und die Rotation der Wickelwelle 4 zu verhindern, während die Stromzufuhr abgeschaltet ist, auch wenn die Wickelwelle 4 mit einer Drehkraft beaufschlagt wird, die geringer ist als ein vorbestimmter Wert, und um zu rotieren, und die Wickelwelle 4 direkt zu drehen, wenn die Stromzufuhr eingeschaltet ist. Die Sicherheitsgurtarretierung 5, der Verzögerungs-Sensor 6, die Spanneinrichtung 8 und der Getriebeübertragungsmechanismus können bei der Verwendung solch eines Motors weggelassen werden.

15 Wie aus der obigen Beschreibung deutlich wird, steuert das Insassen-Rückhaltesystem gemäß der vorliegenden Erfindung die Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung unter Berücksichtigung der Position des Fahrzeugs relativ zu einem nahen Objekt und/oder des Fahrzustands des Fahrzeugs, sei es, daß sich das Fahrzeug überschlägt, hart bremst oder scharf wendet, wobei die Gurtspannung des Sicherheitsgurts abhängig von den oben erwähnten Zuständen auf einen vorbestimmten Wert gesteuert wird. Es ist daher in der Lage, den Insassen in einem Notfall wirksamer und angepaßter zu schützen.

25 Insbesondere werden eine vorbestimmte Anzahl von Modi abhängig von dem Zustand des Fahrzeugs relativ zu nahen Objekten eingestellt und vorgewählte Werte der Gurtspannung werden für jeden Modus eingestellt, wodurch der Insasse in einem Notfall besser und einfacher geschützt wird.

30

#### Patentansprüche

1. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem zum Schutz eines Insassen durch Verhindern des Abwickelns eines Sicherheitsgurts in einem Notfall unter Verwendung einer Sicherheitsgurt-Aufrolleinrichtung mit einer Wickelwelle, auf die der Sicherheitsgurt aufgerollt wird, einem Gehäuse, das beide Enden der Wickelwelle in einer Weise trägt, dass die Wickelwelle sich frei drehen kann, und mit einer Arretierung, die zwischen dem Gehäuse und der Wickelwelle angeordnet ist, wodurch die Wickelwelle sich im Normalfall drehen kann und wodurch bei einem Notfall eine Drehung der Wickelwelle zum Abwickeln des Sicherheitsgurts blockiert wird, wobei wenigstens ein Objektdetektor, der ein Objekt in der Nähe des Fahrzeugs detektiert, sowie ein Gurtspannungssteuerungsmechanismus zur Steuerung der Drehung der Wickelwelle abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt vorgesehen sind, wobei eine zentrale Prozessoreinheit (42), die die Position des Fahrzeugs relativ zu den Objekten basierend auf einem Detektionssignal des wenigstens einen Objektdetektors (43, 75, 79) bestimmt und den Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung steuert, vorgesehen ist, wobei der Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) einen Elektromotor (40) aufweist und derart gestaltet ist, dass er vor Eintreten des Notfalls mittels der den Elektromotor (40) steuernden Prozessoreinheit (42) abhängig von Abstand und Relativgeschwindigkeit zu einem erfassten Objekt in der Nähe des Fahrzeugs in eine vorbestimmte Anzahl von Modi mit vorgegebenen, unterschiedlichen Gurtspannungswerten überführbar ist, einschließlich eines Komfort-Modus in dem der Sicherheitsgurt mittels des Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) und des Elektromotors (40) ungefähr spannungslos gehalten ist, und wobei der Komfort-Modus nach einem vorbestimmten Zeitraum eingestellt wird, nachdem eine der Bedingungen für den Komfort-Modus erfüllt ist.

2. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Objektdetektor als Frontobjektdetektor (43), als Seitenobjektdetektor (75), der in der Lage ist, Objekte auf wenigstens einer Seite des Fahrzeugs zu detektieren, und/oder als Rückobjektdetektor (79) gestaltet ist.

3. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fahrzustandsdetektor (80) vorgesehen ist, der den Fahrzustand des Fahrzeugs detektiert, sei es, dass sich das Fahrzeug überschlägt, hart bremst oder scharf wendet.

4. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Prozessoreinheit (42) derart gestaltet ist, dass sie den Fahrzustand des Fahrzeugs basierend auf einem Detektionssignal des Fahrzustandsdetektors (80) bestimmt und den Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) abhängig von einem Ergebnis der Bestimmung derart steuert, dass die Gurtspannung des Sicherheitsgurts entsprechend dem Fahrzustand des Fahrzeugs auf eine vorbestimmte Spannung gesteuert wird.

5. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Modi neben dem Komfort-Modus einen Vorsichts-Modus, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein erstes vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, und einen Warn-Modus umfassen, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein zweites vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, das größer ist als das erste vorbestimmte Niveau.

6. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Modi einen Notfall-Modus umfassen, in dem der vorgewählte Wert der Gurtspannung auf ein drittes vorbestimmtes Niveau eingestellt ist, das größer ist als das zweite vorbestimmte Niveau.

7. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) neben dem Elektromotor (40) wenigstens einen Getriebeübertragungsmechanismus (38, 39) umfasst.

8. Fahrzeuginsassen-Rückhaltesystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Gurtspannungssteuerungsmechanismus (7) einen Elektromotor (40) aufweist, insbesondere einen Ultraschallmotor, der durch die zentrale Prozessoreinheit (42) so gesteuert wird, dass seine Drehung gestoppt wird, wenn die Stromzufuhr abgeschaltet ist, wodurch die Drehung der Wickelwelle (4) verhindert wird, auch wenn die Wickelwelle mit einer Drehkraft beaufschlagt ist, die niedriger ist als ein vorbestimmter Wert, und dass die Wickelwelle gedreht wird, wenn die Stromzufuhr eingeschaltet ist.

---

Hierzu 17 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

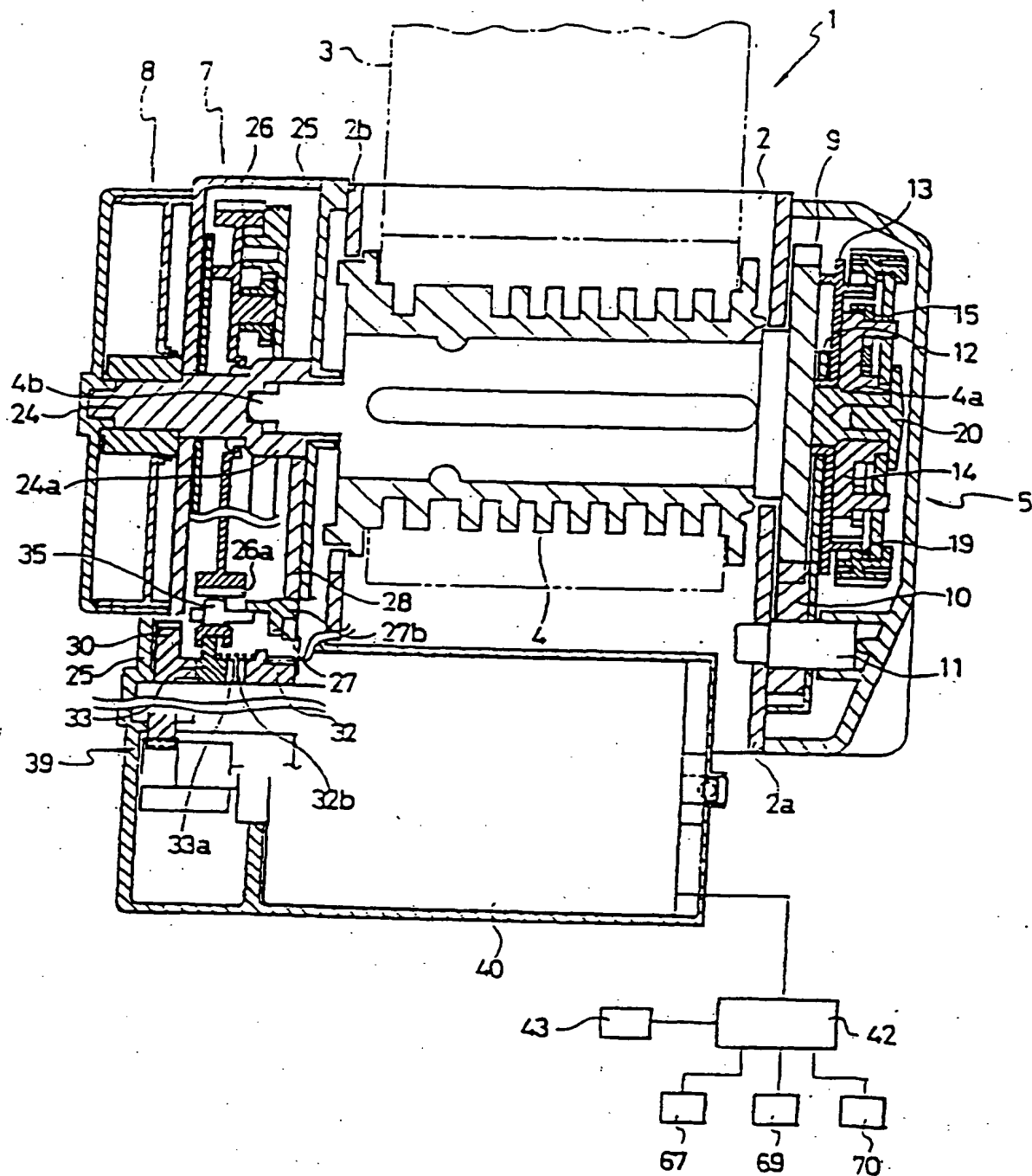




FIG. 2 2a

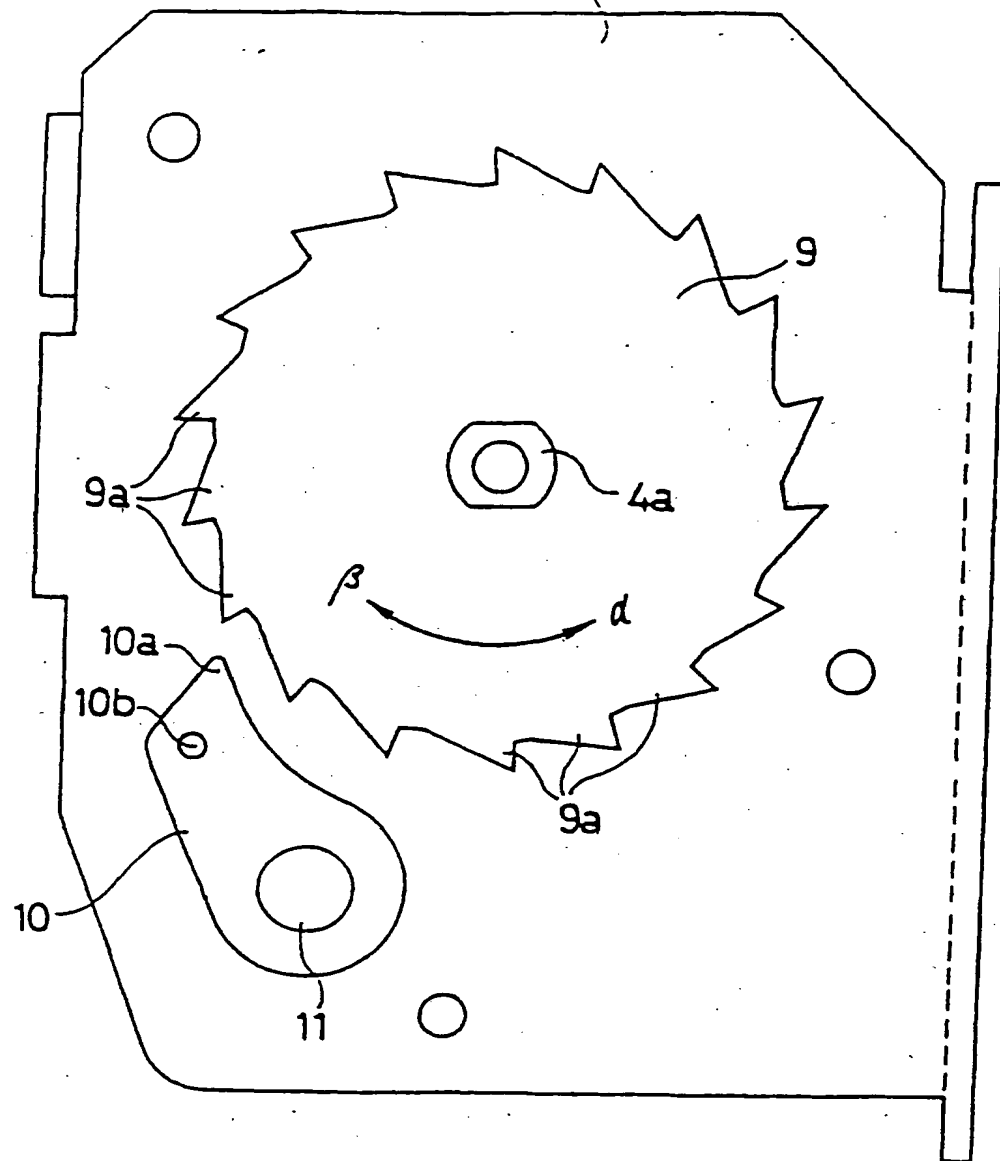


FIG. 3

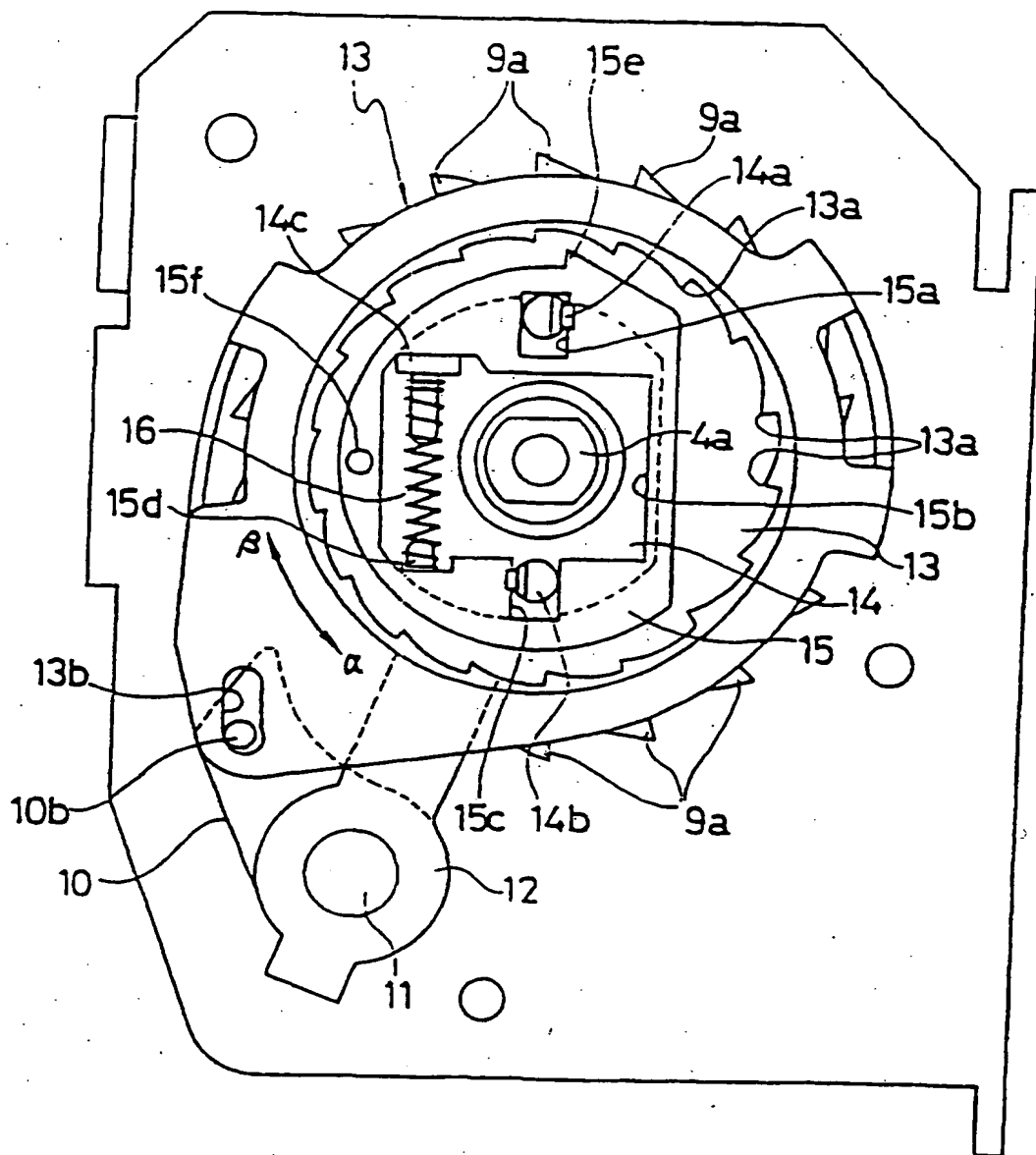


FIG. 4

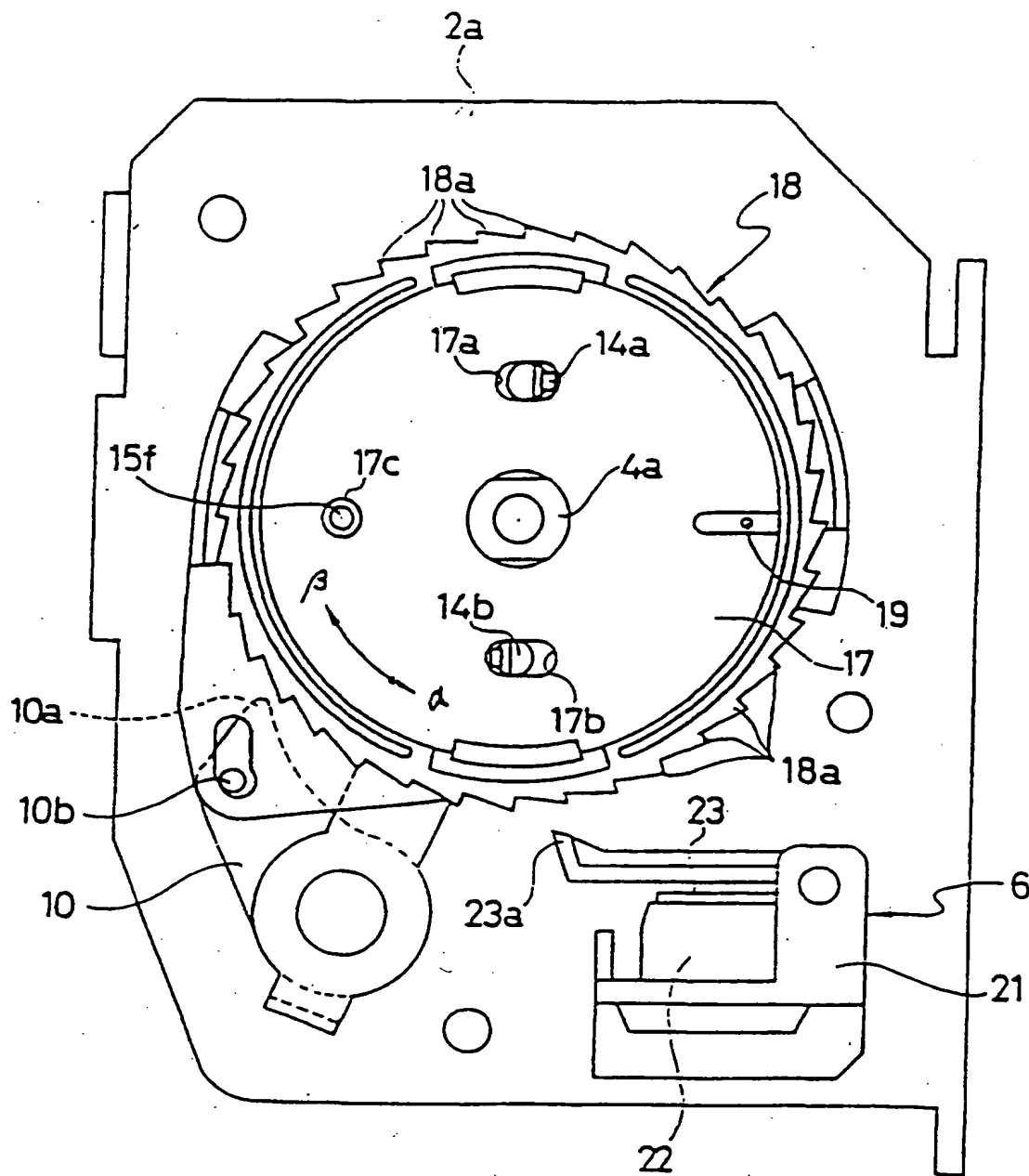


FIG. 5

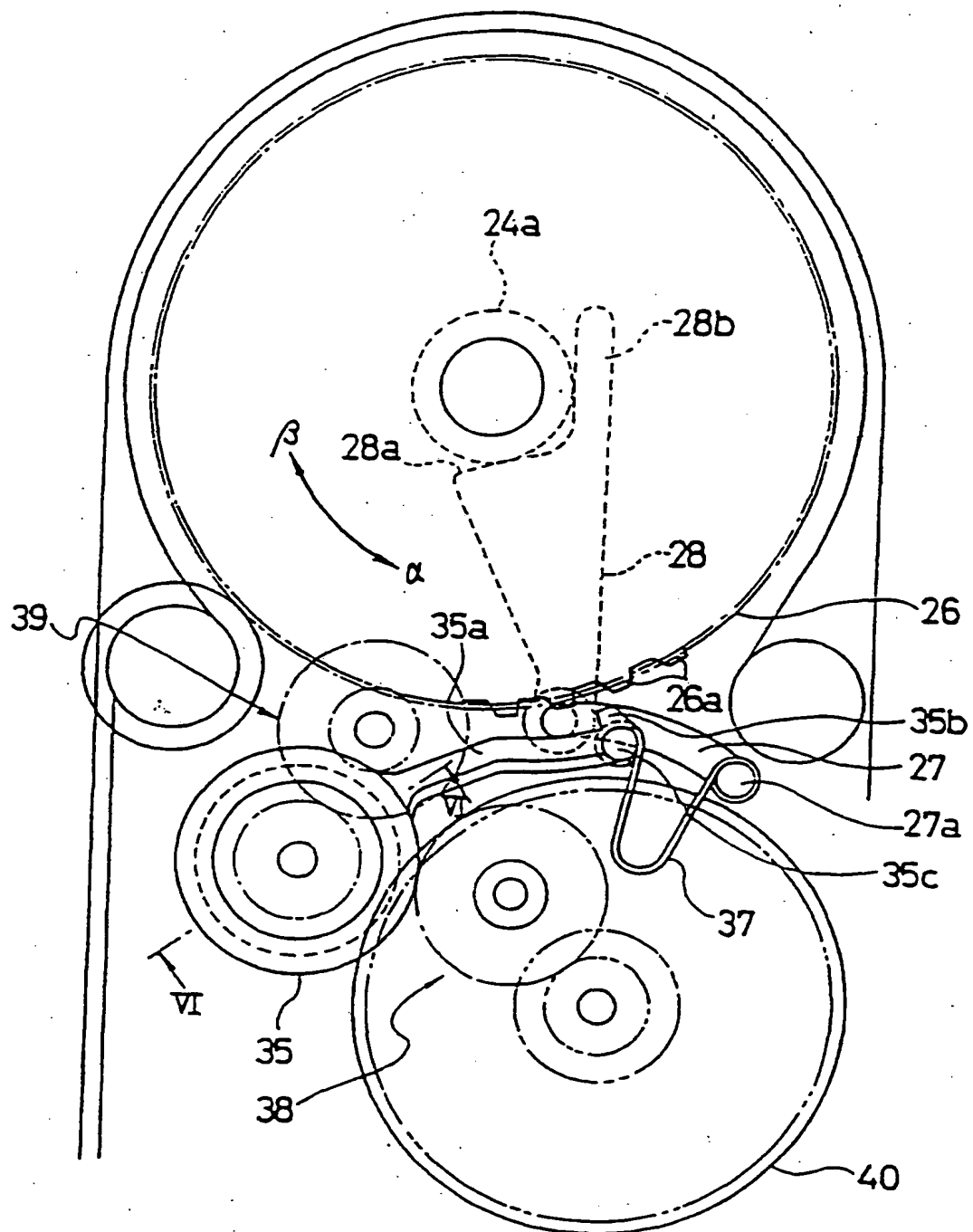


FIG. 6

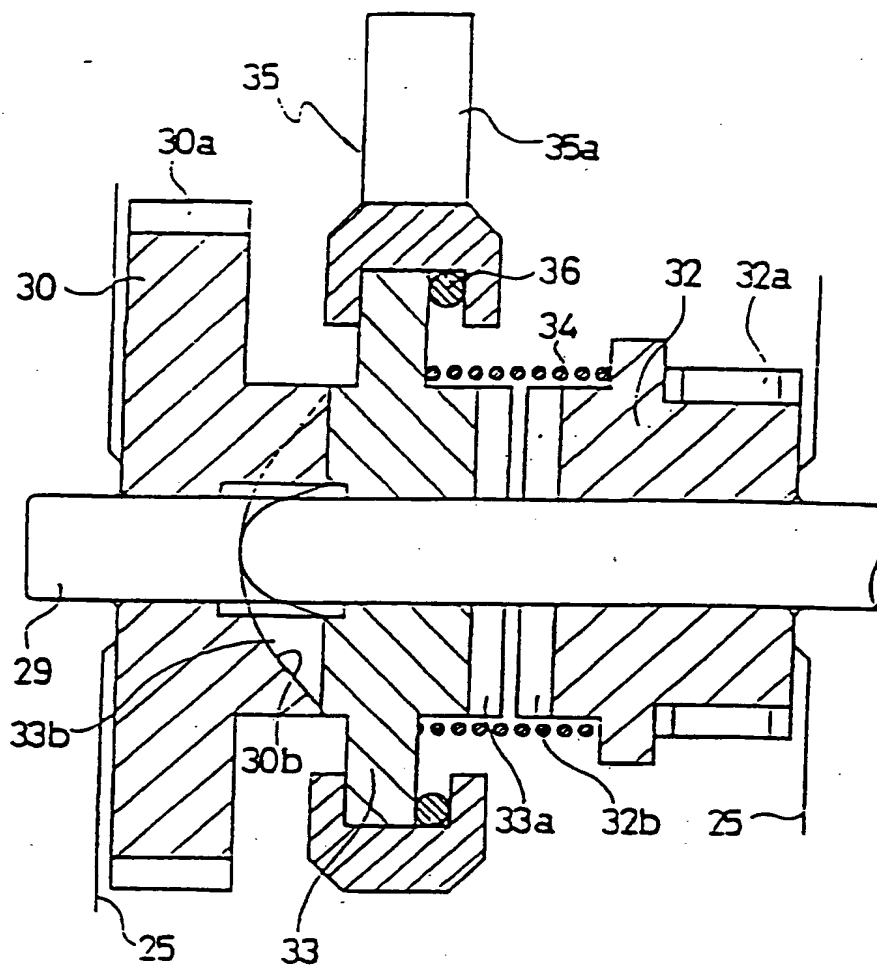


FIG. 7

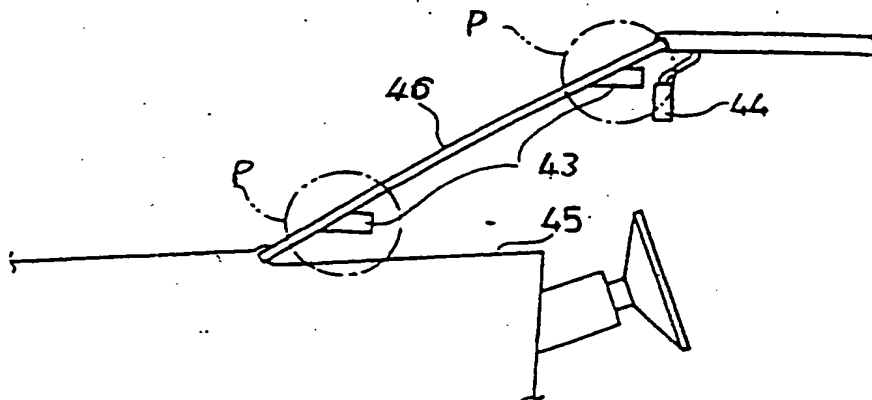


FIG. 8A

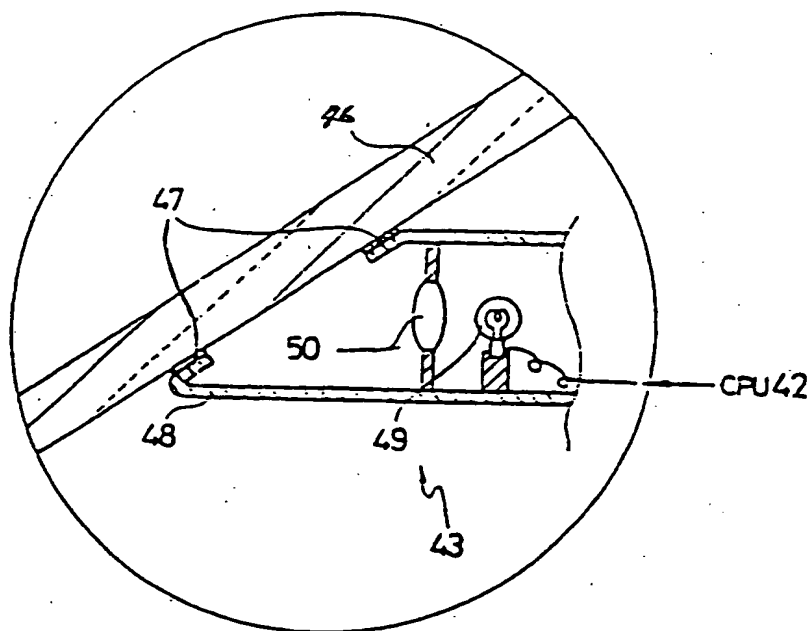


FIG. 8B

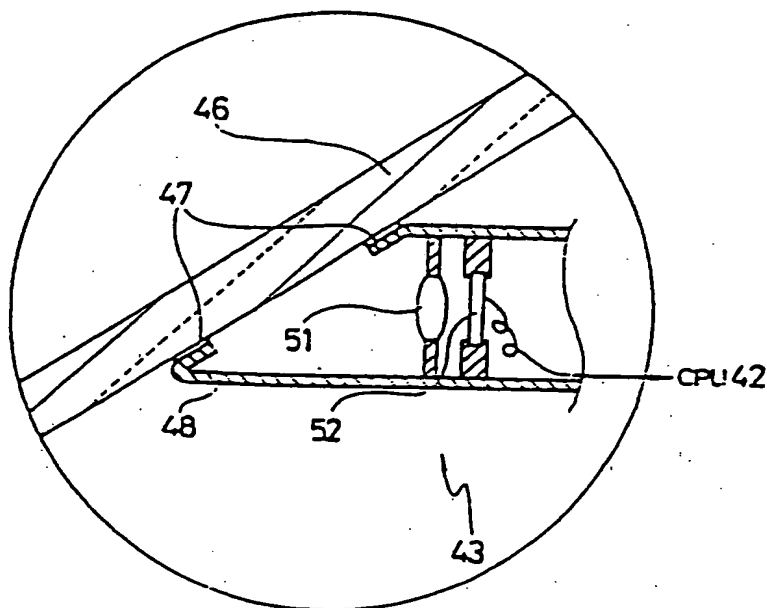




FIG. 9A

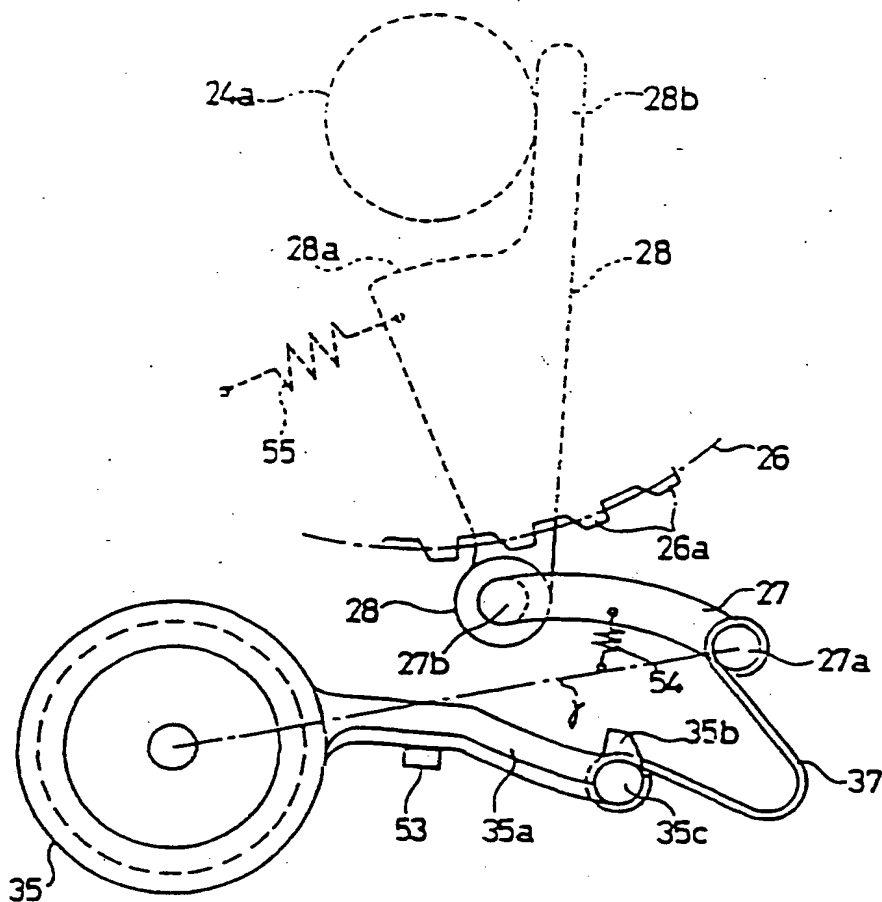


FIG. 9B

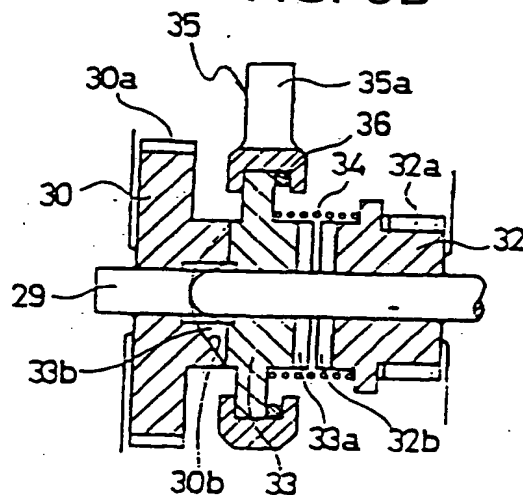


FIG. 10A

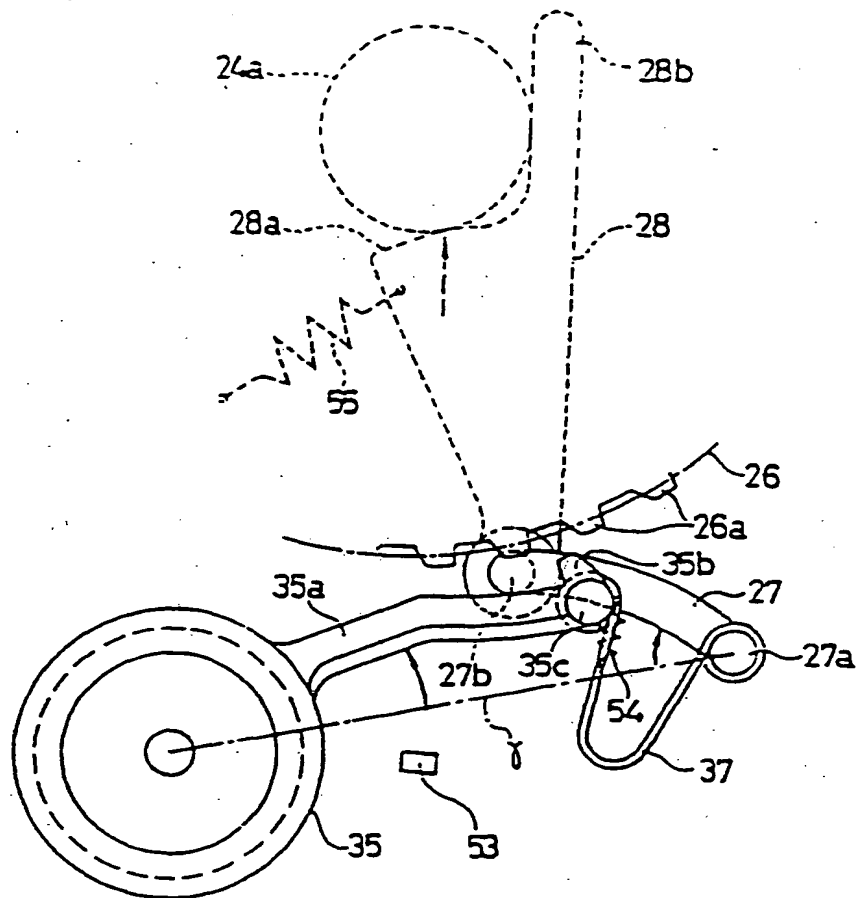


FIG. 10B

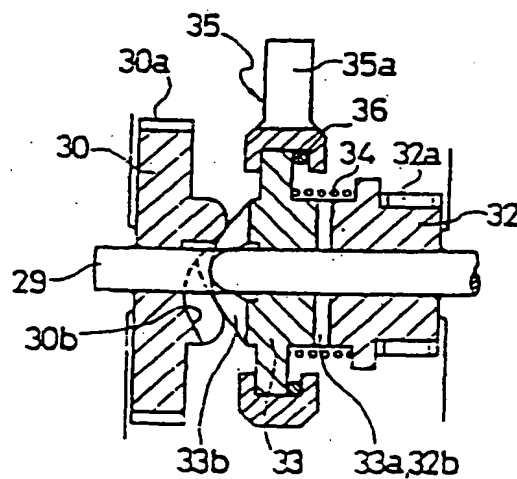


FIG. 11A

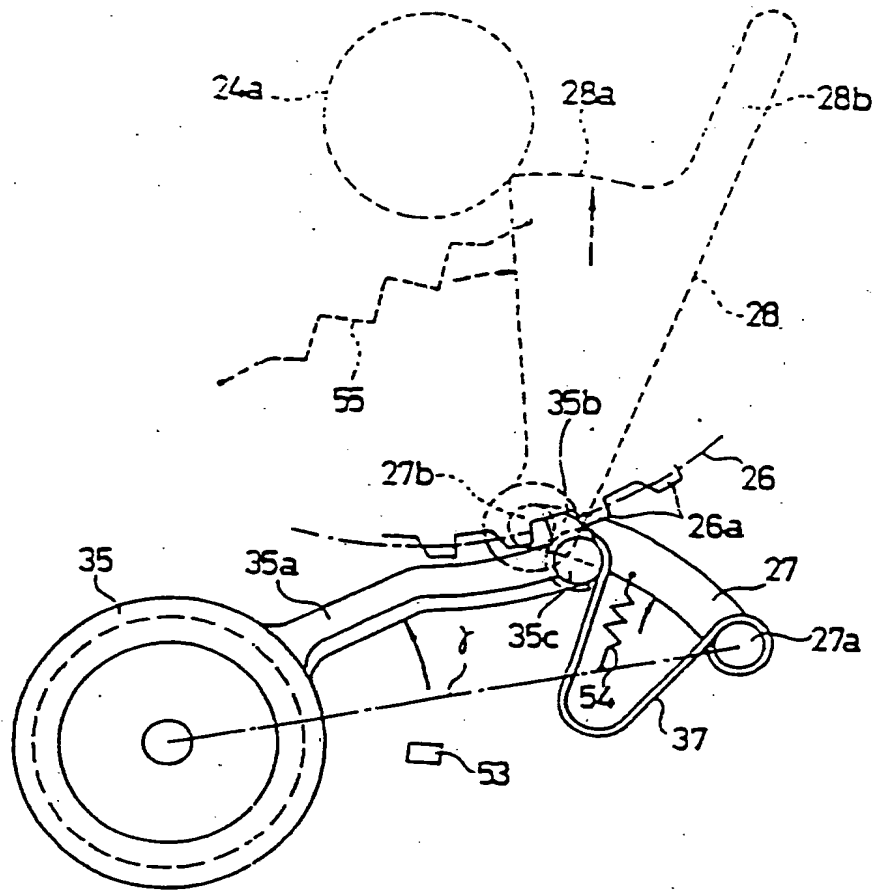


FIG. 11B

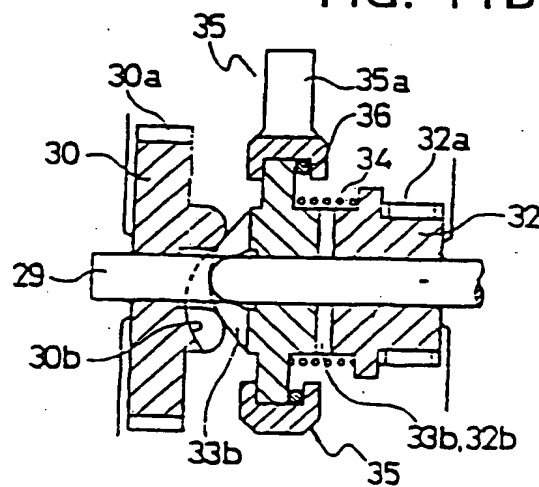
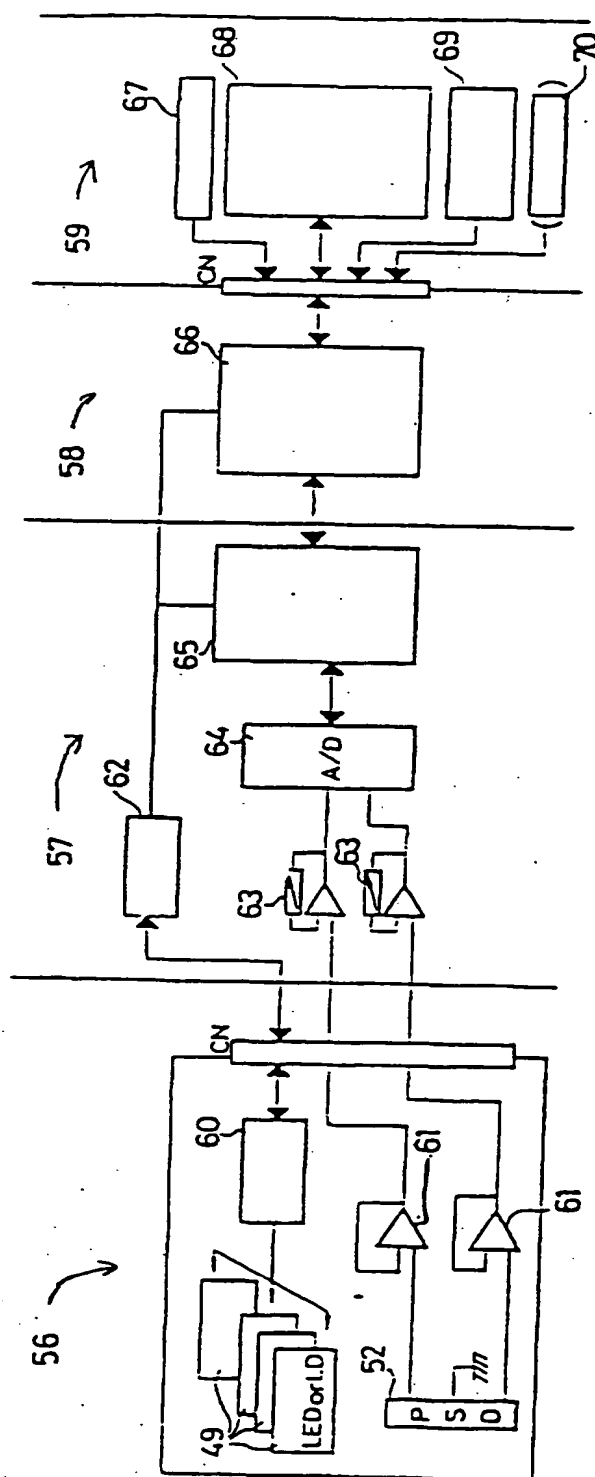


Fig.12

Gurtaufrollkraft	Modus	Systemfunktion	Funktionsvoraussetzung
50    30    5    0	Komfort	Gurtspannung aufheben	<p>1. Kein Objekt detektiert  2. Objekt nähert sich nicht, oder  3. Objekt nähert sich, aber genügend Zeit für einen Insassen auszuweichen, oder die Ausweichhandlung (Abbremsen) wurde bereits eingeleitet, und relative Geschwindigkeit <math>\leq 0</math>, oder keine anderen Modi eingestellt</p> <p>Funktion beginnt 3-5 Sek. nachdem eine der obigen Bedingungen erfüllt ist.</p>
	Vorsichtsmaßnahmen	Aufrollkraft nur von der Spanneinrichtung aufgebracht	<p>1. Gurt befestigt oder gelöst, oder  2. Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder höher als eine vorgewählte Geschwindigkeit (z.B. 10 bis 20 km/h), Objekte nähern sich und keine Zeit für einen Insassen auszuweichen, und  (i) im Fall eines folgenden anderen Fahrzeugs, und relativer Abstand <math>\leq</math> Sicherheitsabstand, oder  (ii) im Fall eines stationären Objekts oder nahekommenden Fahrzeugs, und relativer Abstand <math>\leq</math> Sicherheitsabstand zu dem Objekt oder dem nahekommenden Fahrzeug.</p> <p>- mit einer ersten vorgewählten Abstandsmarke (z.B. 5m)</p>
	Warnung	Alarm, Lampe und erste vorgewählte Gurtspannung (z.B. 20 bis 30 N)	<p>1. Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder höher als ein eingestellter Geschwindigkeitsbereich (z.B. 10 bis 20km/h), Objekte nähern sich und Kollision möglich, falls der Insasse das Fahrzeug manuell steuert, wie im Vorsichts-Modus.</p> <p>- mit einer zweiten vorgewählten Abstandsmarke (z.B. 2m)</p>
	Notfall	Alarm, Lampe und zweite vorgewählte Gurtspannung (z.B. 50 N)	<p>1. Fahrzeuggeschwindigkeit höher als ein eingestellter Geschwindigkeitsbereich (z.B. 10 bis 20km/h), Kollision unvermeidbar falls der Insasse das Fahrzeug manuell steuert, und relativer Abstand <math>\leq</math> Systemfunktion-Abschlußzeit (umgewandelt in Abstand).</p>

**FIG. 13**



**FIG. 14**

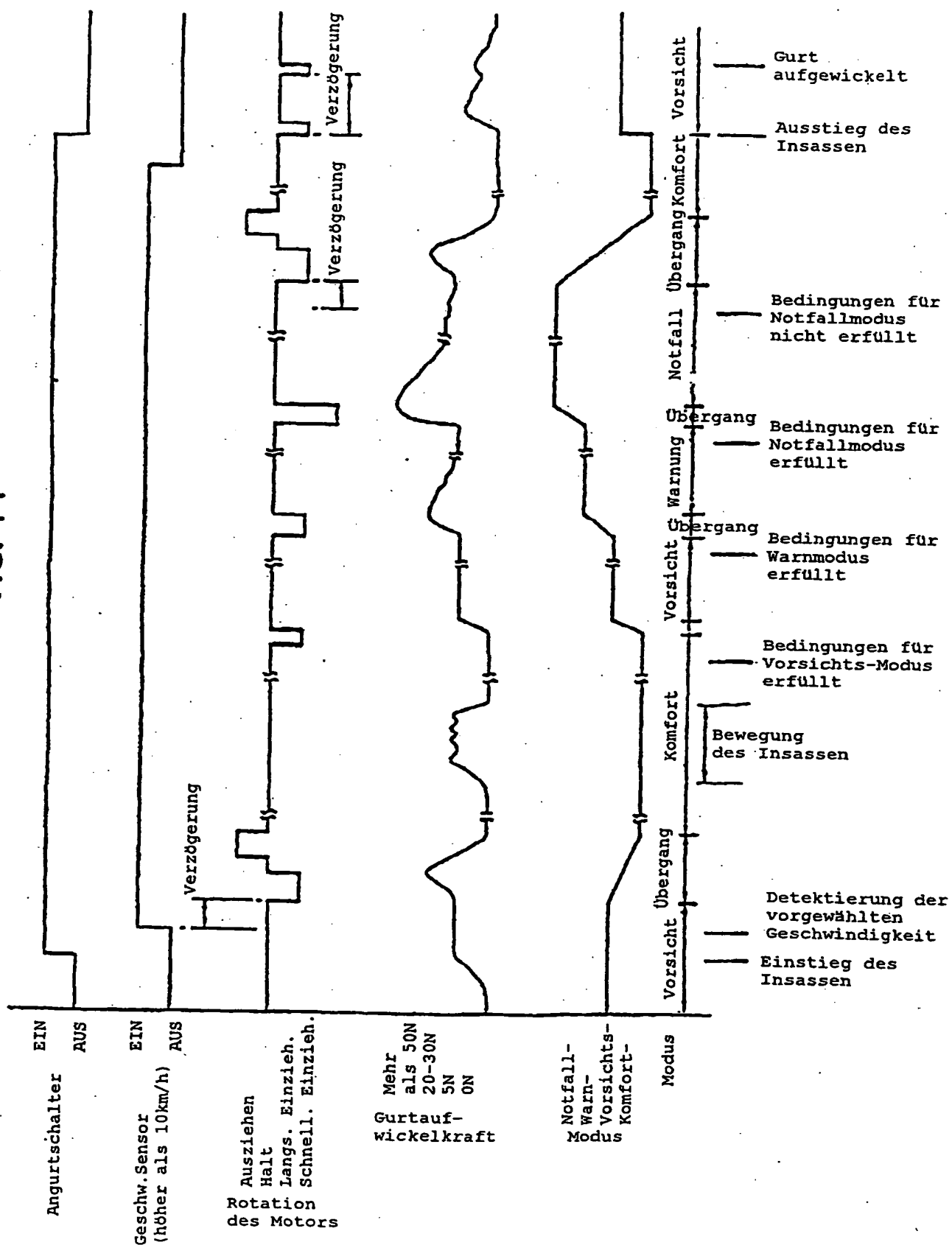


FIG. 15A

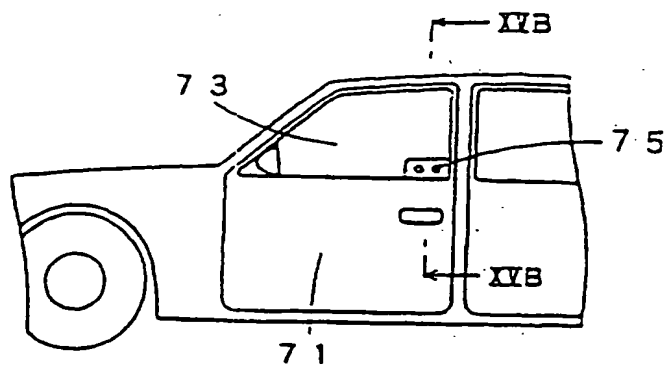


FIG. 15B

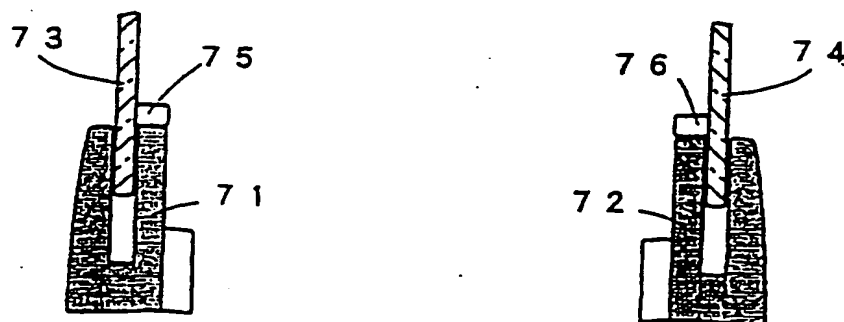


FIG. 16

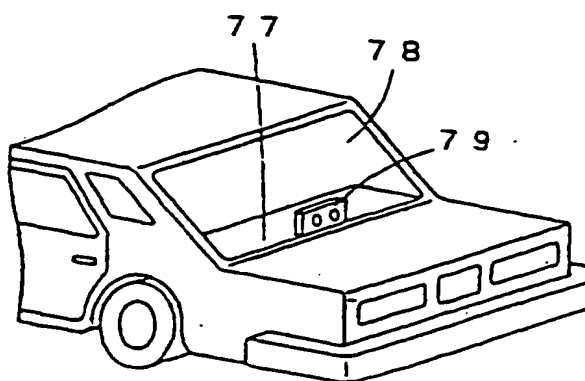


Fig.17

Gurtaufrollkraft	Modus	Systemfunktion	Funktionsvoraussetzung
50      30      5      0			
	Komfort	Gurtspannung aufheben	1. Kein Objekt detektiert 2. Objekt nähert sich nicht oder 3. Objekt nähert sich, aber genügend Zeit für den Insassen auszuweichen, oder die Ausweichhandlung (Beschleunigung) wurde bereits eingeleitet, und relative Geschwindigkeit $\geq 0$ , oder keine anderen Moden eingestellt  Funktion beginnt 3-5 Sek. nachdem eine der obigen Bedingungen erfüllt ist.
	Vorsichtsmaßnahmen	Aufrollkraft nur von der Spanneinrichtung aufgebracht	1. Gurt befestigt oder gelöst, oder 2. Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder höher als eine voreingestellte Geschwindigkeit (z.B. 10 bis 20 km/h), Objekte nähern sich und keine Zeit für einen Insassen auszuweichen, und (i) im Fall eines folgenden anderen Fahrzeugs, und relativer Abstand $\leq$ Sicherheitsabstand, oder (ii) im Fall eines stationären Objekts oder nahekommenden Fahrzeugs, und relativer Abstand $\leq$ Sicherheitsabstand zu dem Objekt oder dem nahekommenden Fahrzeug  - mit einer ersten vorgewählten Abstandsmarke (z.B. 5m)
	Warnung	Alarm, Lampe und erste vorgewählte Gurtspannung (z.B. 20 bis 30N)	1. Fahrzeuggeschwindigkeit gleich oder höher als ein eingestellter Geschwindigkeitsbereich (z.B. 10 bis 20km/h), Objekte nähern sich und Kollision möglich, falls der Insasse das Fahrzeug manuell steuert, wie im Vorsichts-Modus  - mit einer zweiten vorgewählten Abstandsmarke (z.B. 2m)
	Notfall	Alarm, Lampe und zweite vorgewählte Gurtspannung (z.B. 50N)	1. Fahrzeuggeschwindigkeit höher als ein eingestellter Geschwindigkeitsbereich (z.B. 10 bis 20km/h), Kollision unvermeidbar falls der Insasse das Fahrzeug manuell steuert, und relativer Abstand $\leq$ Systemfunktions-Abschlußzeit (umgewandelt in Abstand).



FIG. 18

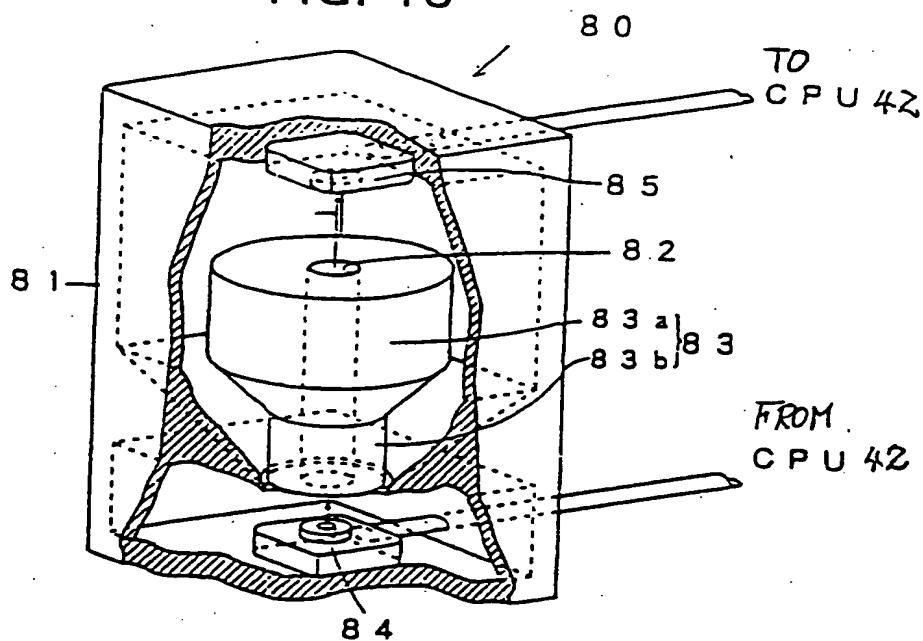


FIG. 19A

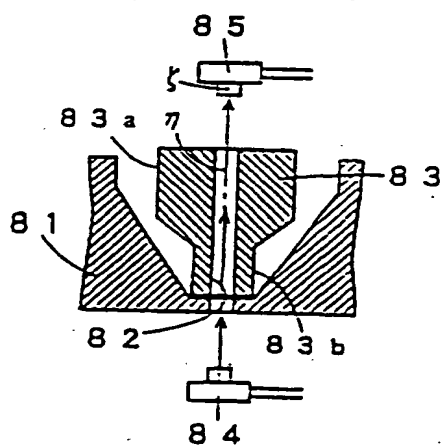


FIG. 19B

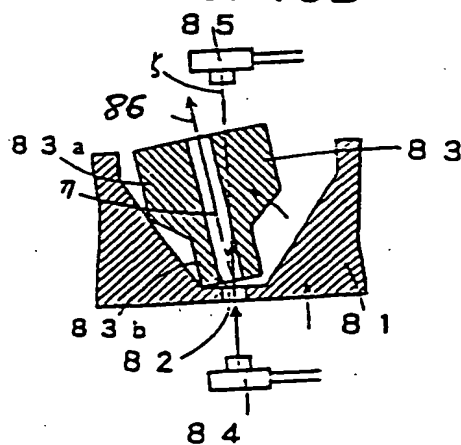
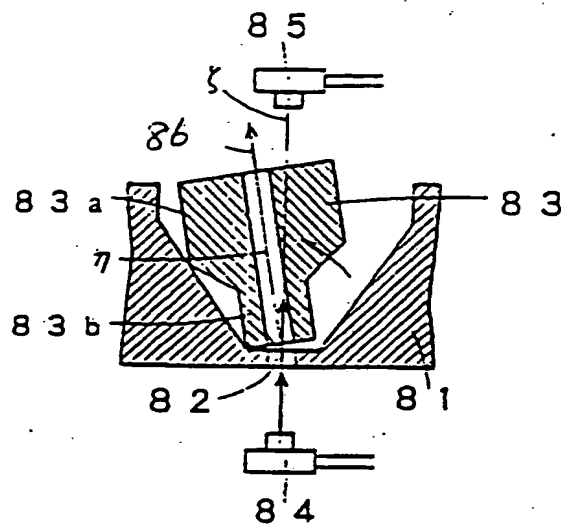


FIG. 20



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**